

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-293754

(43)Date of publication of application : 11.11.1997

(51)Int.Cl.

H01L 21/60

H01L 31/02

H01R 4/02

H01R 43/02

(21)Application number : 08-102910

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 24.04.1996

(72)Inventor : KONDO HIROSHI

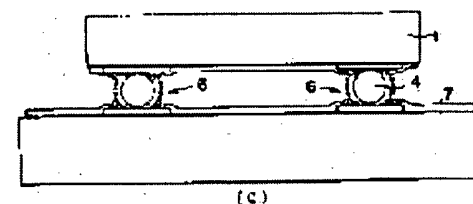
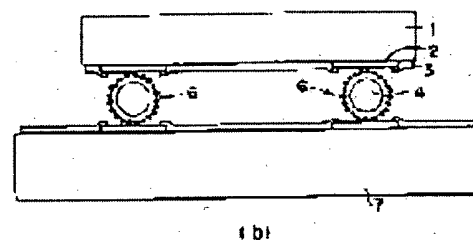
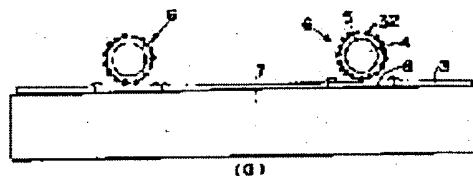
(54) ELECTRIC CIRCUIT PART, MANUFACTURE THEREOF, CONDUCTIVE BALL, CONDUCTIVE CONNECTION MEMBER, AND MANUFACTURE THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable an electric circuit part to be lessened in size, thickness, and manufacturing cost and enhanced in reliability by a method wherein an electric circuit element and an electric circuit board are connected together high in density, high in bonding properties, and low in connection resistance without additionally processing their electrodes.

SOLUTION: An electric circuit part is equipped with an electric circuit element 1 with electrodes 2 and an electric circuit board 7 with electrodes 8 connected to the electric circuit element 1, wherein a conductive ball 6 composed of a nearly ball-shaped and rigid core 4 and a conductive coating layer 5 deposited around the surface of the core 4 is interposed between the electrodes 2 and

8. Fine and hard particles 32 are dispersed in the conductive coating layer 5 of the conductive ball 6 so as to show up partially on the surface of the coating layer 5. The conductive ball 6 is pressed against the electrodes 2 and 8, the electrode 2 of the electric circuit element 1 and the coating layer 5 of the conductive ball 6 are electrically and mechanically connected together, and furthermore the electrode 8 of the electric circuit board 7 and the coating layer 5 of the conductive ball 6 are also electrically and mechanically connected together.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-293754

(43) 公開日 平成9年(1997)11月11日

(51) IntCl. ⁵	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/60	3 1 1		H 0 1 L 21/60	3 1 1 S
			H 0 1 R 4/02	C
H 0 1 R 4/02			43/02	B
43/02			H 0 1 L 31/02	Z

審査請求 未請求 請求項の数174 O L (全 65 頁)

(21) 出願番号 特願平8-102910

(22) 出願日 平成8年(1996)4月24日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 近藤 浩史

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

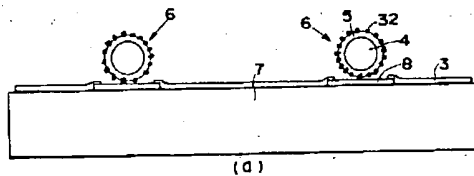
(74) 代理人 弁理士 大塚 康徳 (外1名)

(54) 【発明の名称】 電気回路部品及び電気回路部品の製造方法及び導電ボール及び導電接続部材及び導電接続部材の製造方法

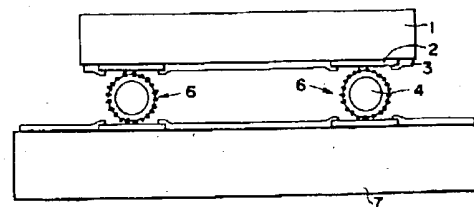
(57) 【要約】

【課題】 電気回路素子と電気回路基板とを、それぞれの電極部に特殊な追加加工を施すことなく、接合性を上げ高密度に且つ低接続抵抗で接続することにより、電気回路部品の小型、薄型、高信頼性及びローコスト化を達成することである。

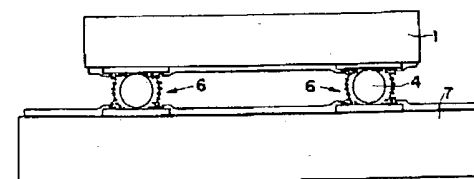
【解決手段】 電極部2を有する電気回路素子1と、この電気回路素子1と接続するための電極部8を有する電気回路基板7とを備える電気回路部品は、両電極部2、8間に介在され、略ボール形状の剛性を有するコア4の周囲に導電被覆層5が設けられた少なくとも1つの導電ボール6を備えている。導電ボール6の導電被覆層5には、微細で硬い粒子32が一部を露出する状態で分散されている。導電ボール6は、両電極部2、8により圧接されて、電気回路素子1の電極部2と導電ボール6の導電被覆層5との間、及び、電気回路基板7の電極部8と導電ボール6の導電被覆層5との間が、電氣的及び機械的に夫々接続されている。



(a)



(b)



(c)

【特許請求の範囲】

【請求項1】電極部を有する電気回路素子と、
該電気回路素子と接続するための電極部を有する電気回路基板とを備える電気回路部品において、
前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に介在され、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲導電性の被覆層が設けられた少なくとも1つの導電ボールを具備し、
前記導電ボールの導電被覆層には、微細で硬い粒子が一部を露出する状態で分散され、
前記導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、該電気回路素子の電極部と該導電ボールの被覆層との間、及び、該電気回路基板の電極部と該導電ボールの被覆層との間が、電氣的及び機械的に夫々接続されている事の特徴とする電気回路部品。

【請求項2】電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板とを互いに対向させ、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に少なくとも1以上の導電ボールを介在させて両電極部間を接続した電気回路部品において、
前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、電導性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層と、この導電被覆層に一部が露出する状態で分散された微細で硬い粒子とを備え、
該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、前記電気回路素子の電極部と前記導電被覆層との間、及び、前記電気回路基板の電極部と前記導電被覆層との間が、夫々金属接合されている事の特徴とする電気回路部品。

【請求項3】電極部を有する電気回路素子と、
前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板と、
前記電気回路素子及び電気回路基板が互いに対向した状態で、夫々の電極部の間に挟持され、該両電極部間を、電氣的及び機械的に接続する少なくとも1以上の導電ボールとを具備し、
前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、電導性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層と、この導電被覆層に一部が露出する状態で分散された微細で硬い粒子とを備え、
該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、前記電気回路素子の電極部と前記導電被覆層との間、及び、前記電気回路基板の電極部と前記導電被覆層との間が、夫々金属接合されている事の特徴とする電気回路部品。

【請求項4】電極部を有する光電変換素子と、

該光電変換素子と接続するための電極部を有する電気回路基板とを備える電気回路部品において、
前記光電変換素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に介在され、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電性の被覆層が設けられた少なくとも1つの導電ボールを具備し、
前記導電ボールの導電被覆層には、微細で硬い粒子が一部を露出する状態で分散され、
前記導電ボールは、前記光電変換素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、該光電変換素子の電極部と該導電ボールの被覆層との間、及び、該電気回路基板の電極部と該導電ボールの被覆層との間が、電氣的及び機械的に夫々接続されている事の特徴とする電気回路部品。

【請求項5】電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板とを互いに対向させ、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に少なくとも1以上の導電ボールを介在させて両電極部間を接続した電気回路部品において、
前記電気回路素子は、少なくとも1以上の光電変換素子を有し、
前記電気回路基板は、少なくとも一部に透光性を有し、
前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、電導性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層と、この導電被覆層に一部が露出する状態で分散された微細で硬い粒子とを備え、
該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、前記電気回路素子の電極部と前記導電被覆層との間、及び、前記電気回路基板の電極部と前記導電被覆層との間が、夫々金属接合されている事の特徴とする電気回路部品。

【請求項6】電極部を有する電気回路素子と、
前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板と、
前記電気回路素子及び電気回路基板が互いに対向した状態で、夫々の電極部の間に挟持され、該両電極部間を、電氣的及び機械的に接続する少なくとも1以上の導電ボールとを具備し、
前記電気回路素子は、少なくとも1以上の光電変換素子を有し、
前記電気回路基板は、少なくとも一部に透光性を有し、
前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、電導性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層と、この導電被覆層に一部が露出する状態で分散された微細で硬い粒子とを備え、
該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、前記電気回路素子

の電極部と前記導電被覆層との間、及び、前記電気回路基板の電極部と前記導電被覆層との間が、夫々金属接合されている事を特徴とする電気回路部品。

【請求項7】電極部を有する電気回路素子と、該電気回路素子と接続するための電極部を有する電気回路基板とを備える電気回路部品において、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に介在され、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電性の被覆層が設けられた少なくとも1つの導電ボールと、

前記導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電気的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より該導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートとを具備し、

前記導電ボールの導電被覆層には、微細で硬い粒子が一部を露出する状態で分散され、

前記導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、該電気回路素子の電極部と前記保持シートの方の面より突出する該導電ボールの被覆層の一部との間、及び、該電気回路基板の電極部と前記保持シートの他方の面より突出する該導電ボールの被覆層の一部との間が、電気的及び機械的に夫々接続されている事を特徴とする電気回路部品。

【請求項8】電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板とを互に対向させ、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に少なくとも1以上の導電ボールを介在させて両電極部間を接続した電気回路部品において、

前記導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電気的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より該導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートを備え、

前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、導電性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層と、この導電被覆層の一部が露出する状態で分散された微細で硬い粒子とを備え、

該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、前記電気回路素子の電極部と前記保持シートの方の面より突出した前記導電ボールの前記導電被覆層の部分との間、及び、前記電気回路基板の電極部と前記保持シートの他方の面より突出した該導電ボールの前記導電被覆層の部分との間が、夫々金属接合されている事を特徴とする電気回路部品。

【請求項9】電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた

電極部を有する電気回路基板と、

前記電気回路素子及び電気回路基板が互に対向した状態で、夫々の電極部の間に挟持され、両電極部間を、電気的及び機械的に接続する少なくとも1以上の導電ボールと、

前記導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電気的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より該導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートとを具備し、

前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、導電性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層と、この導電被覆層の一部が露出する状態で分散された微細で硬い粒子とを備え、

該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、前記電気回路素子の電極部と前記保持シートの方の面より突出した前記導電ボールの前記導電被覆層の部分との間、及び、前記電気回路基板の電極部と前記保持シートの他方の面より突出した該導電ボールの前記導電被覆層の部分との間が、夫々金属接合されている事を特徴とする電気回路部品。

【請求項10】電極部を有する光電変換素子と、

該光電変換素子と接続するための電極部を有する電気回路基板とを備える電気回路部品において、

前記光電変換素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に介在され、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電性の被覆層が設けられた少なくとも1つの導電ボールと、

前記導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電気的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より該導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートとを具備し、

前記導電ボールの導電被覆層には、微細で硬い粒子が一部を露出する状態で分散され、

前記導電ボールは、前記光電変換素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、該光電変換素子の電極部と前記保持シートの方の面より突出する該導電ボールの被覆層の部分との間、及び、該電気回路基板の電極部と前記保持シートの他方の面より突出する該導電ボールの被覆層の部分との間が、電気的及び機械的に夫々接続されている事を特徴とする電気回路部品。

【請求項11】電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板とを互に対向させ、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に少なくとも1以上の導電ボールを介在させて両電極部間を接続した電気回路部品において、

該少なくとも1以上の導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電氣的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より前記導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートを備え、前記電気回路素子は、少なくとも1以上の光電変換素子を有し、

前記電気回路基板は、少なくとも一部に透光性を有し、前記保持シートは、空気又は封止樹脂よりも低い光透過率を有し、前記光電変換素子に対応する部分に開口部を有するように形成され、

前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、電導性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層と、この導電被覆層の一部が露出する状態で分散された微細で硬い粒子とを備え、

該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、前記電気回路素子の電極部と前記保持シートの方の面より突出した前記導電ボールの前記導電被覆層の部分との間、及び、前記電気回路基板の電極部と前記保持シートの他方の面より突出した該導電ボールの前記導電被覆層の部分との間が、夫々金属接合されている事を特徴とする電気回路部品。

【請求項12】電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板と、前記電気回路素子及び電気回路基板が互いに対向した状態で、夫々の電極部の間に挟持され、両電極部間を、電氣的及び機械的に接続する少なくとも1以上の導電ボールと、

該少なくとも1以上の導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電氣的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より前記導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートとを具備し、

前記電気回路素子は、少なくとも1以上の光電変換素子を有し、

前記電気回路基板は、少なくとも一部に透光性を有し、前記保持シートは、空気又は封止樹脂よりも低い光透過率を有し、前記光電変換素子に対応する部分に開口部を有するように形成され、

前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、電導性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層と、この導電被覆層の一部が露出する状態で分散された微細で硬い粒子とを備え、

該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、前記電気回路素子

の電極部と前記保持シートの方の面より突出した前記導電ボールの前記導電被覆層の部分との間、及び、前記電気回路基板の電極部と前記保持シートの他方の面より突出した該導電ボールの前記導電被覆層の部分との間が、夫々金属接合されている事を特徴とする電気回路部品。

【請求項13】電極部を有する電気回路素子と、該電気回路素子と接続するための電極部を有する電気回路基板とを備える電気回路部品において、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に介在され、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に半田材から形成された導電被覆層が設けられた少なくとも1つの導電ボールを具備し、

前記電極は、半田濡れ性の良い金属から形成され、前記導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されると共に加熱されて、該電気回路素子の電極部と該電気回路基板の電極部との間が、溶融半田を介して電氣的及び機械的に接続されている事を特徴とする電気回路部品。

【請求項14】電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板とを互いに対向させ、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に少なくとも1以上の導電ボールを介在させて両電極部間を接続した電気回路部品において、

前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、半田材から形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを備え、

前記電極は、半田濡れ性の良い金属から形成され、該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されると共に加熱されて、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間が、溶融半田を介して電氣的及び機械的に接続されている事を特徴とする電気回路部品。

【請求項15】電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板と、

前記電気回路素子及び電気回路基板が互いに対向した状態で、夫々の電極部の間に挟持され、該両電極部間を、電氣的及び機械的に接続する少なくとも1以上の導電ボールとを具備し、

前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、半田材から形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを備え、

前記電極は、半田濡れ性の良い金属から形成され、該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されると共に加熱されて、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部

との間が、溶融半田を介して電氣的及び機械的に接続されている事を特徴とする電気回路部品。

【請求項16】電極部を有する光電変換素子と、該光電変換素子と接続するための電極部を有する電気回路基板とを備える電気回路部品において、前記光電変換素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に介在され、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に半田材から形成された導電被覆層が設けられた少なくとも1つの導電ボールを具備し、前記電極は、半田濡れ性の良い金属から形成され、前記導電ボールは、前記光電変換素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されると共に加熱されて、該光電変換素子の電極部と該電気回路基板の電極部との間が、溶融半田を介して電氣的及び機械的に接続されている事を特徴とする電気回路部品。

【請求項17】電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板とを互に対向させ、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に少なくとも1以上の導電ボールを介在させて両電極部間を接続した電気回路部品において、前記電気回路素子は、少なくとも1以上の光電変換素子を有し、前記電気回路基板は、少なくとも一部に透光性を有し、前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、半田材から形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを備え、前記電極は、半田濡れ性の良い金属から形成され、該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されると共に加熱されて、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間が、溶融半田を介して電氣的及び機械的に接続されている事を特徴とする電気回路部品。

【請求項18】電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板と、前記電気回路素子及び電気回路基板が互に対向した状態で、夫々の電極部の間に挟持され、該両電極部間を、電氣的及び機械的に接続する少なくとも1以上の導電ボールとを具備し、前記電気回路素子は、少なくとも1以上の光電変換素子を有し、前記電気回路基板は、少なくとも一部に透光性を有し、前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、半田材から形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを備え、前記電極は、半田濡れ性の良い金属から形成され、該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気

回路基板の電極部により圧接されると共に加熱されて、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間が、溶融半田を介して電氣的及び機械的に接続されている事を特徴とする電気回路部品。

【請求項19】電極部を有する電気回路素子と、該電気回路素子と接続するための電極部を有する電気回路基板とを備える電気回路部品において、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に介在され、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に半田材から形成された導電被覆層が設けられた少なくとも1つの導電ボールと、前記導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電氣的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より該導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートとを具備し、前記電極は、半田濡れ性の良い金属から形成され、前記導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されると共に加熱されて、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間が、溶融半田を介して電氣的及び機械的に接続されている事を特徴とする電気回路部品。

【請求項20】電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板とを互に対向させ、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に少なくとも1以上の導電ボールを介在させて両電極部間を接続した電気回路部品において、前記導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電氣的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より該導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートを備え、前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、半田材から形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを備え、前記電極は、半田濡れ性の良い金属から形成され、該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されると共に加熱されて、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間が、溶融半田を介して電氣的及び機械的に接続されている事を特徴とする電気回路部品。

【請求項21】電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板と、前記電気回路素子及び電気回路基板が互に対向した状態で、夫々の電極部の間に挟持され、両電極部間を、電氣的及び機械的に接続する少なくとも1以上の導電ボールと、

前記導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電氣的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より該導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートとを具備し、

前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、半田材から形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを備え、

前記電極は、半田濡れ性の良い金属から形成され、該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されると共に加熱されて、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間が、溶融半田を介して電氣的及び機械的に接続されている事を特徴とする電気回路部品。

【請求項22】電極部を有する光電変換素子と、該光電変換素子と接続するための電極部を有する電気回路基板とを備える電気回路部品において、前記光電変換素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に介在され、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に半田材から形成された導電被覆層が設けられた少なくとも1つの導電ボールと、

前記導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電氣的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より該導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートとを具備し、

前記電極は、半田濡れ性の良い金属から形成され、前記導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されると共に加熱されて、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間が、溶融半田を介して電氣的及び機械的に接続されている事を特徴とする電気回路部品。

【請求項23】電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板とを互いに対向させ、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に少なくとも1以上の導電ボールを介在させて両電極部間を接続した電気回路部品において、

該少なくとも1以上の導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電氣的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より前記導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートを備え、前記電気回路素子は、少なくとも1以上の光電変換素子を有し、

前記電気回路基板は、少なくとも一部に透光性を有し、前記保持シートは、空気又は封止樹脂よりも低い光透過率を有し、前記光電変換素子に対応する部分に開口部を有するように形成され、

前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、半田材から形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを備え、

前記電極は、半田濡れ性の良い金属から形成され、該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されると共に加熱されて、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間が、溶融半田を介して電氣的及び機械的に接続されている事を特徴とする電気回路部品。

【請求項24】電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板と、

前記電気回路素子及び電気回路基板が互いに対向した状態で、夫々の電極部の間に挟持され、両電極部間を、電氣的及び機械的に接続する少なくとも1以上の導電ボールと、

該少なくとも1以上の導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電氣的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より前記導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートとを具備し、

前記電気回路素子は、少なくとも1以上の光電変換素子を有し、

前記電気回路基板は、少なくとも一部に透光性を有し、前記保持シートは、空気又は封止樹脂よりも低い光透過率を有し、前記光電変換素子に対応する部分に開口部を有するように形成され、

前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、半田材から形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを備え、

前記電極は、半田濡れ性の良い金属から形成され、該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されると共に加熱されて、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間が、溶融半田を介して電氣的及び機械的に接続されている事を特徴とする電気回路部品。

【請求項25】前記導電ボールにより接続される電極部間の距離が、前記コアの直径と実質的に等しい距離であることを特徴とする請求項1乃至24の何れか1項に記載の電気回路部品。

【請求項26】前記導電被覆層の外周面は、滑らかな曲面状に形成されていることを特徴とする請求項1乃至25の何れか1項に記載の電気回路部品。

【請求項27】前記コアの外周面は、滑らかな曲面状に形成されていることを特徴とする請求項1乃至26の何れか1項に記載の電気回路部品。

【請求項28】前記導電被覆層の外周面は、凸凹状に形

成されている事の特徴とする請求項1乃至12の何れか1項に記載の電気回路部品。

【請求項29】前記導電被覆層の内周面は、凸凹状に形成されていることを特徴とする請求項1乃至12及び28の何れか1項に記載の電気回路部品。

【請求項30】前記コアの外周面は、凸凹状に形成されていることを特徴とする請求項1乃至12及び28の何れか1項に記載の電気回路部品。

【請求項31】前記両電極部間には、複数の導電ボールが介設されている事の特徴とする請求項1乃至24の何れか1項に記載の電気回路部品。

【請求項32】前記基板と素子との間には、樹脂封止されている事の特徴とする請求項1乃至24の何れか1項に記載の電気回路部品。

【請求項33】前記保持シートには、ノッチ及び／又はスリットが形成されており、引き裂き可能になされていることを特徴とする請求項7乃至12及び19乃至24の何れか1項に記載の電気回路部品。

【請求項34】前記導電被覆層は、電気抵抗率が 1.6×10^{-8} 乃至 $1.0 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ の物質から形成されていることを特徴とする請求項1乃至24の何れか1項に記載の電気回路部品。

【請求項35】前記導電被覆層は、その膜厚を1乃至50 μm に設定されていることを特徴とする請求項34に記載の電気回路部品。

【請求項36】前記導電被覆層は、その膜厚を3乃至20 μm に設定されていることを特徴とする請求項35に記載の電気回路部品。

【請求項37】前記コアは、その直径を3乃至500 μm に設定されていることを特徴とする請求項1乃至24の何れか1項に記載の電気回路部品。

【請求項38】前記コアは、その直径を10乃至200 μm に設定されていることを特徴とする請求項37に記載の電気回路部品。

【請求項39】前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その直径の変位量が5%以下となるような剛性を有している事の特徴とする請求項1乃至24の何れか1項に記載の電気回路部品。

【請求項40】前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その直径の変位量が1%以下となるような剛性を有している事の特徴とする請求項39に記載の電気回路部品。

【請求項41】前記導電被覆層の凸凹の大きさが、 R_{max} で接続される電極の膜厚の10%以上であり、導電被覆層の膜厚の2倍以下であることを特徴とする請求項28乃至30の何れか1項に記載の電気回路部品。

【請求項42】前記粒子は、微細で硬い金属材料はまた無機材料から形成されていることを特徴とする請求項1乃至12の何れか1項に記載の電気回路部品。

【請求項43】前記粒子の大きさは、前記電極の厚さの

10分の1よりも大きく、前記導電被覆層の厚さと該電極の厚さの合計よりも小さく設定されている事の特徴とする請求項1乃至12の何れか1項に記載の電気回路部品。

【請求項44】前記粒子の大きさは、前記電極の厚さの10分の1よりも大きく、前記導電被覆層の厚さと該電極の厚さの合計の半分よりも小さく設定されている事の特徴とする請求項43に記載の電気回路部品。

【請求項45】前記粒子は、前記導電被覆層の全周に渡り一部露出した状態で埋設されていることを特徴とする請求項1乃至12の何れか1項に記載の電気回路部品。

【請求項46】前記粒子は、前記導電被覆層の、対応する電極が接続される部分にのみ一部露出した状態で埋設されている事の特徴とする請求項1乃至12の何れか1項に記載の電気回路部品。

【請求項47】前記粒子は、前記導電被覆層の表面に、一部露出した状態で埋設されていることを特徴とする請求項1乃至12の何れか1項に記載の電気回路部品。

【請求項48】前記粒子は、前記導電被覆層の表面に一部露出した状態で埋設されると共に、内部に、全く露出しない状態で埋設されている事の特徴とする請求項1乃至12の何れか1項に記載の電気回路部品。

【請求項49】電極部を有する電気回路素子と前記電気回路素子と接続するための電極部を有した電気回路基板を備えた電気回路部品の製造方法において、

略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電被覆層を備えると共に、該導電被覆層に微細で硬い粒子が一部を露出する状態で分散された導電ボールを、少なくとも1以上、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に介在させる第1の工程と、

前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部とにより、前記導電ボールを加圧する第2の工程と、前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第3の工程と、

前記加圧及び加熱により、前記電気回路素子の電極部及び前記導電ボール間の導電被覆層と、前記電気回路基板の電極部及び前記導電ボール間の導電被覆層とを夫々移動させて、前記コアと両電極部とを接触させる第4の工程と、

前記導電被覆層を冷却して、前記コアと両電極部との接触を維持させて前記導電被覆層及び両電極部を金属接合させる第5の工程とを具備することを特徴とする電気回路部品の製造方法。

【請求項50】電極部を有する電気回路素子と前記電気回路素子と接続するための電極部を有した電気回路基板を備えた電気回路部品の製造方法において、

略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電被覆層を備えると共に、該導電被覆層に微細で硬い粒子が一部を露出する状態で分散された導電ボールを、前記電気回路素子の電極部及び前記電気回路基板の電極部の一方の上

に少なくとも1以上載置させる第1の工程と、
前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部の他方を、前記導電ボール上に重ねさせ、該導電ボールを両電極により挟持させる第2の工程と、
前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部とにより、前記導電ボールを加圧する第3の工程と、
前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第4の工程と、
前記加圧及び加熱により、前記電気回路素子の電極部と前記導電ボールとの間の導電被覆層と、前記電気回路基板の電極部と前記導電ボールとの間の導電被覆層とを夫々移動させて、前記コアと両電極部とを接触させる第5の工程と、
前記導電被覆層を冷却して、前記コアと両電極部との接触を維持させて前記導電被覆層及び両電極部を金属接合させる第6の工程とを具備することを特徴とする電気回路部品の製造方法。

【請求項51】電極部を有する電気回路素子と前記電気回路素子と接続するための電極部を有した電気回路基板を備えた電気回路部品の製造方法において、
前記電気回路素子及び電気回路基板の一方の上に、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電被覆層を備え、ると共に、該導電被覆層に微細で硬い粒子が一部を露出する状態で分散された導電ボールの直径よりも薄く形成され、前記電極に対応した位置に開口が形成されたマスク部材を、該開口が該電極に対応する状態で載置する第1の工程と、
前記マスク部材の開口内に、前記導電ボールを収納して、該導電ボールを、前記電気回路素子及び電気回路基板の電極部の一方の上に少なくとも1以上載置させる第2の工程と、
前記電気回路素子及び電気回路基板の他方を、この電極部が前記導電ボール上に重なるように載置して、該導電ボールを両電極により挟持させる第3の工程と、
前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部とにより、前記導電ボールを加圧する第4の工程と、
前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第5の工程と、
前記加圧及び加熱により、前記電気回路素子の電極部及び前記導電ボール間の導電被覆層と、前記電気回路基板の電極部及び前記導電ボール間の導電被覆層とを夫々移動させて、前記コアと両電極部とを接触させる第6の工程と、
前記導電被覆層を冷却して、前記コアと両電極部との接触を維持させて前記導電被覆層及び両電極部を金属接合させる第7の工程と、
前記マスク部材を取り除く第8の工程とを具備することを特徴とする電気回路部品の製造方法。

【請求項52】電極部を有する電気回路素子と前記電気回路素子と接続するための電極部を有した電気回路基板

を備えた電気回路部品の製造方法において、
前記電気回路素子及び電気回路基板の一方の上に、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電被覆層を備え、ると共に、該導電被覆層に微細で硬い粒子が一部を露出する状態で分散された導電ボールの直径よりも薄く形成され、前記電極に対応した位置に第1の開口が形成された第1のマスク部材を、該開口が該電極に対応する状態で載置する第1の工程と、

この第1のマスク部材上に、該第1のマスク部材との合計の厚さが、前記導電ボールの直径の1.5倍よりも薄くなるように形成されると共に、前記電極に対応した位置に第2の開口が形成された第2のマスク部材を、第1及び第2の開口が連通するように重ね合わせる第2の工程と、

前記第1及び第2のマスク部材の第1及び第2の開口内に、前記導電ボールを収納して、該導電ボールを、前記電気回路素子及び電気回路基板の電極部の一方の上に少なくとも1以上載置させる第3の工程と、

前記第2のマスク部材を取り除く第4の工程と、
前記電気回路素子及び電気回路基板の他方を、この電極部が前記導電ボール上に重なるように載置して、該導電ボールを両電極により挟持させる第5の工程と、
前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部とにより、前記導電ボールを加圧する第6の工程と、
前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第7の工程と、

前記加圧及び加熱により、前記電気回路素子の電極部及び前記導電ボール間の導電被覆層と、前記電気回路基板の電極部及び前記導電ボール間の導電被覆層とを夫々移動させて、前記コアと両電極部とを接触させる第8の工程と、

前記導電被覆層を冷却して、前記コアと両電極部との接触を維持させて前記導電被覆層及び両電極部を金属接合させる第9の工程と、

前記第1のマスク部材を取り除く第10の工程とを具備することを特徴とする電気回路部品の製造方法。

【請求項53】電極部を有する電気回路素子と前記電気回路素子と接続するための電極部を有した電気回路基板を備えた電気回路部品の製造方法において、
略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電被覆層を備え、ると共に、該導電被覆層に微細で硬い粒子が一部を露出する状態で分散された導電ボールと、前記電気回路素子の電極部及び前記電気回路基板の電極部の一方とを接触させる第1の工程と、
前記一方の電極部と、前記導電ボールとを互いに加圧する第2の工程と、
前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第3の工程と、
前記加圧及び加熱により、前記一方の電極部と前記導電ボールとの間の導電被覆層を移動させて、前記コアと前

記一方の電極部とを接触させる第4の工程と、
前記導電被覆層を冷却して、前記コアと前記一方の電極部との接触を維持させて、該導電被覆層及び該一方の電極部を金属化又は合金化させる第5の工程と、
前記一方の電極に接続された導電ボールと、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部の他方とを接触させ、該導電ボールを両電極により挟持させる第6の工程と、
前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部とにより、前記導電ボールを加圧する第7の工程と、
前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第8の工程と、
前記加圧及び加熱により、前記他方の電極部と前記導電ボールとの間の導電被覆層を移動させて、前記コアと該他方の電極部とを接触させる第9の工程と、
前記導電被覆層を冷却して、前記コアと前記他方の電極部との接触を維持させて前記導電被覆層及び該他方の電極部を金属接合させる第10の工程とを具備することを特徴とする電気回路部品の製造方法。
【請求項54】電極部を有する電気回路素子と前記電気回路素子と接続するための電極部を有した電気回路基板を備えた電気回路部品の製造方法において、
前記電極に対応した凹部を上面に有する型の、前記凹部に、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電被覆層を備えると共に、該導電被覆層に微細で硬い粒子が一部を露出する状態で分散された導電ボールを一部突出した状態で収納する第1の工程と、
前記導電ボールと、前記電気回路素子の電極部及び前記電気回路基板の電極部の一方とを接触させる第2の工程と、
前記一方の電極部と前記凹部とにより、前記導電ボールを加圧する第3の工程と、
前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第4の工程と、
前記加圧及び加熱により、前記一方の電極部と前記導電ボールとの間の導電被覆層を移動させて、前記コアと前記一方の電極部とを接触させる第5の工程と、
前記導電被覆層を冷却して、前記コアと前記一方の電極部との接触を維持させて、該導電被覆層及び該一方の電極部を金属化又は合金化させる第6の工程と、
前記型から、前記導電ボールが接続された前記電気回路素子及び電気回路基板の一方を取り出す第7の工程と、
前記一方の電極に接続された導電ボールと、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部の他方とを接触させ、該導電ボールを両電極により挟持させる第8の工程と、
前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部とにより、前記導電ボールを加圧する第9の工程と、
前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第10の工程と、

前記加圧及び加熱により、前記他方の電極部と前記導電ボールとの間の導電被覆層を移動させて、前記コアと該他方の電極部とを接触させる第11の工程と、
前記導電被覆層を冷却して、前記コアと前記他方の電極部との接触を維持させて前記導電被覆層及び該他方の電極部を金属接合させる第12の工程とを具備することを特徴とする電気回路部品の製造方法。
【請求項55】電極部を有する電気回路素子と前記電気回路素子と接続するための電極部を有した電気回路基板を備えた電気回路部品の製造方法において、
略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に半田材から形成された導電被覆層を備える導電ボールを、少なくとも1以上、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に介在させる第1の工程と、
前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部とにより、前記導電ボールを加圧する第2の工程と、
前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第3の工程と、
前記加圧及び加熱により、前記コアと前記電気回路素子の電極部及び前記電気回路基板の電極部とを夫々接触させる第4の工程と、
前記導電被覆層を冷却して、前記コアと両電極部との接触を維持させると共に、前記両電極部を溶融半田を介して電氣的及び機械的に接続させる第5の工程とを具備することを特徴とする電気回路部品の製造方法。
【請求項56】電極部を有する電気回路素子と前記電気回路素子と接続するための電極部を有した電気回路基板を備えた電気回路部品の製造方法において、
略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に半田材から形成された導電被覆層を備える導電ボールを、前記電気回路素子の電極部及び前記電気回路基板の電極部の一方の上に少なくとも1以上載置させる第1の工程と、
前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部の他方を、前記導電ボール上に重ねさせ、該導電ボールを両電極により挟持させる第2の工程と、
前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部とにより、前記導電ボールを加圧する第3の工程と、
前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第4の工程と、
前記加圧及び加熱により、前記コアと前記電気回路素子の電極部及び前記電気回路基板の電極部とを夫々接触させる第5の工程と、
前記導電被覆層を冷却して、前記コアと両電極部との接触を維持させると共に、前記両電極部を溶融半田を介して電氣的及び機械的に接続させる第6の工程とを具備することを特徴とする電気回路部品の製造方法。
【請求項57】電極部を有する電気回路素子と前記電気回路素子と接続するための電極部を有した電気回路基板を備えた電気回路部品の製造方法において、
前記電気回路素子及び電気回路基板の一方の上に、略ボ

ール形状の剛性を有するコアの周囲に半田材から形成された導電被覆層を備える導電ボールの直径よりも薄く形成され、前記電極に対応した位置に開口が形成されたマスク部材を、該開口が該電極に対応する状態で載置する第1の工程と、

前記マスク部材の開口内に、前記導電ボールを収納して、該導電ボールを、前記電気回路素子及び電気回路基板の電極部の一方の上に少なくとも1以上載置させる第2の工程と、

前記電気回路素子及び電気回路基板の他方を、この電極部が前記導電ボール上に重なるように載置して、該導電ボールを両電極により挟持させる第3の工程と、

前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部とにより、前記導電ボールを加圧する第4の工程と、

前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第5の工程と、

前記加圧及び加熱により、前記コアと前記電気回路素子の電極部及び前記電気回路基板の電極部とを夫々接触させる第6の工程と、

前記導電被覆層を冷却して、前記コアと両電極部との接触を維持させると共に、前記両電極部を溶融半田を介して電氣的及び機械的に接続させる第7の工程と、

前記マスク部材を取り除く第8の工程とを具備することを特徴とする電気回路部品の製造方法。

【請求項58】電極部を有する電気回路素子と前記電気回路素子と接続するための電極部を有した電気回路基板を備えた電気回路部品の製造方法において、

前記電気回路素子及び電気回路基板の一方の上に、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に半田材から形成される導電被覆層を備える導電ボールの直径よりも薄く形成され、前記電極に対応した位置に第1の開口が形成された第1のマスク部材を、該開口が該電極に対応する状態で載置する第1の工程と、

この第1のマスク部材上に、該第1のマスク部材との合計の厚さが、前記導電ボールの直径の1.5倍よりも薄くなるように形成されると共に、前記電極に対応した位置に第2の開口が形成された第2のマスク部材を、第1及び第2の開口が連通するように重ね合わせる第2の工程と、

前記第1及び第2のマスク部材の第1及び第2の開口内に、前記導電ボールを収納して、該導電ボールを、前記電気回路素子及び電気回路基板の電極部の一方の上に少なくとも1以上載置させる第3の工程と、

前記第2のマスク部材を取り除く第4の工程と、

前記電気回路素子及び電気回路基板の他方を、この電極部が前記導電ボール上に重なるように載置して、該導電ボールを両電極により挟持させる第5の工程と、

前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部とにより、前記導電ボールを加圧する第6の工程と、

前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第

7の工程と、

前記加圧及び加熱により、前記コアと前記電気回路素子の電極部及び前記電気回路基板の電極部とを夫々接触させる第8の工程と、

前記導電被覆層を冷却して、前記コアと両電極部との接触を維持させると共に、前記両電極部を溶融半田を介して電氣的及び機械的に接続させる第9の工程と、

前記第1のマスク部材を取り除く第10の工程とを具備することを特徴とする電気回路部品の製造方法。

【請求項59】電極部を有する電気回路素子と前記電気回路素子と接続するための電極部を有した電気回路基板を備えた電気回路部品の製造方法において、

略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に半田材から形成された導電被覆層を備える導電ボールと、前記電気回路素子の電極部及び前記電気回路基板の電極部の一方とを接触させる第1の工程と、

前記一方の電極部と、前記導電ボールとを互いに加圧する第2の工程と、

前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第3の工程と、

前記加圧及び加熱により、前記一方の電極部と前記導電ボールとを、溶融半田を介して電氣的及び機械的に接続させる第4の工程と、

前記導電被覆層を冷却して、前記コアと前記一方の電極部との接触を維持させる第5の工程と、

前記一方の電極部に接続された導電ボールと、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部の他方とを接触させ、該導電ボールを両電極により挟持させる第6の工程と、

前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部とにより、前記導電ボールを加圧する第7の工程と、

前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第8の工程と、

前記加圧及び加熱により、前記コアと前記電気回路素子の電極部及び前記電気回路基板の電極部とを夫々接触させる第9の工程と、

前記導電被覆層を冷却して、前記コアと両電極部との接触を維持させると共に、前記両電極部を溶融半田を介して電氣的及び機械的に接続させる第10の工程とを具備することを特徴とする電気回路部品の製造方法。

【請求項60】電極部を有する電気回路素子と前記電気回路素子と接続するための電極部を有した電気回路基板を備えた電気回路部品の製造方法において、

前記電極に対応した凹部を上面に有する型の、前記凹部内に、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に半田材から形成された導電被覆層を備える導電ボールを一部突出した状態で収納する第1の工程と、

前記導電ボールと、前記電気回路素子の電極部及び前記電気回路基板の電極部の一方とを接触させる第2の工程と、

前記一方の電極部と前記凹部とにより、前記導電ボールを加圧する第3の工程と、
前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第4の工程と、
前記加圧及び加熱により、前記一方の電極部と前記導電ボールとの間を、溶融半田を介して電氣的及び機械的に接続させる第5の工程と、
前記導電被覆層を冷却して、前記コアと前記一方の電極部との接触を維持させる第6の工程と、
前記型から、前記導電ボールが接続された前記電気回路素子及び電気回路基板の一方を取り出す第7の工程と、
前記一方の電極に接続された導電ボールと、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部の他方とを接触させ、該導電ボールを両電極により挟持させる第8の工程と、
前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部とにより、前記導電ボールを加圧する第9の工程と、
前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第10の工程と、
前記加圧及び加熱により、前記コアと前記電気回路素子の電極部及び前記電気回路基板の電極部とを夫々接触させる第11の工程と、
前記導電被覆層を冷却して、前記コアと両電極部との接触を維持させると共に、前記両電極部を溶融半田を介して電氣的及び機械的に接続させる第12の工程とを具備することを特徴とする電気回路部品の製造方法。
【請求項61】前記電気回路素子は、少なくとも1以上の光電変換素子を備えることを特徴とする請求項49乃至60の何れか1項に記載の電気回路部品の製造方法。
【請求項62】前記導電被覆層の外周面は、滑らかな曲面状に形成されていることを特徴とする請求項49乃至61の何れか1項に記載の電気回路部品の製造方法。
【請求項63】前記コアの外周面は、滑らかな曲面状に形成されていることを特徴とする請求項49乃至62の何れか1項に記載の電気回路部品の製造方法。
【請求項64】前記導電被覆層の外周面は、凸凹状に形成されている事を特徴とする請求項49乃至54の何れか1項に記載の電気回路部品の製造方法。
【請求項65】前記導電被覆層の内周面は、凸凹状に形成されている事を特徴とする請求項49乃至54及び64の何れか1項に記載の電気回路部品の製造方法。
【請求項66】前記コアの外周面は、凸凹状に形成されている事を特徴とする請求項49乃至54及び64の何れか1項に記載の電気回路部品の製造方法。
【請求項67】前記第1の工程において、複数の導電ボールを両電極部間に介設させる事を特徴とする請求項49、50、55、56の何れか1項に記載の電気回路部品の製造方法。
【請求項68】前記第2の工程において、複数の導電ボールを両電極部間に介設させる事を特徴とする請求項5

1又は57に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項69】前記第3の工程において、複数の導電ボールを両電極部間に介設させる事を特徴とする請求項52又は58に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項70】前記第1の工程において、複数の導電ボールを前記一方の電極部に一度に接触させる事を特徴とする請求項53又は59に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項71】前記第1の工程において、複数の導電ボールを前記凹部内に一度に収納する事を特徴とする請求項54又は60に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項72】前記基板と素子との間を、樹脂により封止する工程を更に具備する事を特徴とする請求項49乃至60の何れか1項に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項73】前記マスク部材には、ノッチ及び／又はスリットが形成されており、引き裂き可能になされている事を特徴とする請求項51、52、57、58の何れか1項に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項74】前記導電被覆層は、電気抵抗率が $1.6 \text{ E}-8$ 乃至 $1.0 \text{ E}-8 \Omega \cdot \text{m}$ の物質から形成されている事を特徴とする請求項49乃至60の何れか1項に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項75】前記導電被覆層は、その膜厚を 1 乃至 $50 \mu\text{m}$ に設定されている事を特徴とする請求項74に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項76】前記導電被覆層は、その膜厚を 3 乃至 $20 \mu\text{m}$ に設定されている事を特徴とする請求項75に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項77】前記コアは、その直径を 3 乃至 $500 \mu\text{m}$ に設定されている事を特徴とする請求項49乃至60の何れか1項に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項78】前記コアは、その直径を 10 乃至 $200 \mu\text{m}$ に設定されている事を特徴とする請求項77に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項79】前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その直径の変位量が 5% 以下となるような剛性を有している事を特徴とする請求項49乃至60の何れか1項に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項80】前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その直径の変位量が 1% 以下となるような剛性を有している事を特徴とする請求項79に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項81】前記導電被覆層の凸凹の大きさが、 R_{max} で接続される電極の膜厚の 10% 以上であり、導電被覆層の膜厚の 2 倍以下であることを特徴とする請求項64乃至66の何れか1項に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項82】前記第2の工程における前記導電ボールの加圧は、前記電気回路素子と前記電気回路基板とを互

いに近接させることにより実行し、

該電気回路素子の電極と該電気回路基板の電極との距離が、前記導電ボールのコアの直径と実質的に等しくなった時点で、前記近接動作を停止して、前記加圧動作を終了することを特徴とする請求項49又は55に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項83】前記第3の工程における前記導電ボールの加圧は、前記電気回路素子と前記電気回路基板とを互いに近接させることにより実行し、

該電気回路素子の電極と該電気回路基板の電極との距離が、前記導電ボールのコアの直径と実質的に等しくなった時点で、前記近接動作を停止して、前記加圧動作を終了することを特徴とする請求項50又は56に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項84】前記第4の工程における前記導電ボールの加圧は、前記電気回路素子と前記電気回路基板とを互いに近接させることにより実行し、

該電気回路素子の電極と該電気回路基板の電極との距離が、前記導電ボールのコアの直径と実質的に等しくなった時点で、前記近接動作を停止して、前記加圧動作を終了することを特徴とする請求項51又は57に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項85】前記第6の工程における前記導電ボールの加圧は、前記電気回路素子と前記電気回路基板とを互いに近接させることにより実行し、
該電気回路素子の電極と該電気回路基板の電極との距離が、前記導電ボールのコアの直径と実質的に等しくなった時点で、前記近接動作を停止して、前記加圧動作を終了することを特徴とする請求項52又は58に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項86】前記第7の工程における前記導電ボールの加圧は、前記電気回路素子と前記電気回路基板とを互いに近接させることにより実行し、
該電気回路素子の電極と該電気回路基板の電極との距離が、前記導電ボールのコアの直径と実質的に等しくなった時点で、前記近接動作を停止して、前記加圧動作を終了することを特徴とする請求項53又は59に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項87】前記第9の工程における前記導電ボールの加圧は、前記電気回路素子と前記電気回路基板とを互いに近接させることにより実行し、
該電気回路素子の電極と該電気回路基板の電極との距離が、前記導電ボールのコアの直径と実質的に等しくなった時点で、前記近接動作を停止して、前記加圧動作を終了することを特徴とする請求項54又は60に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項88】前記粒子は、微細で硬い金属材料または無機材料から形成されていることを特徴とする請求項49乃至54の何れか1項に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項89】前記粒子の大きさは、前記電極の厚さの10分の1よりも大きく、前記導電被覆層の厚さと該電極の厚さの合計よりも小さく設定されている事を特徴とする請求項49乃至54の何れか1項に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項90】前記粒子の大きさは、前記電極の厚さの10分の1よりも大きく、前記導電被覆層の厚さと該電極の厚さの合計の半分よりも小さく設定されている事を特徴とする請求項89に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項91】前記粒子は、前記導電被覆層の全周に渡り一部露出した状態で埋設されていることを特徴とする請求項49乃至54の何れか1項に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項92】前記粒子は、前記導電被覆層の、対応する電極が接続される部分にのみ一部露出した状態で埋設されている事を特徴とする請求項49乃至54の何れか1項に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項93】前記粒子は、前記導電被覆層の表面に、一部露出した状態で埋設されていることを特徴とする請求項49乃至54の何れか1項に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項94】前記粒子は、前記導電被覆層の表面に一部露出した状態で埋設されると共に、内部に、全く露出しない状態で埋設されている事を特徴とする請求項49乃至54の何れか1項に記載の電気回路部品の製造方法。

【請求項95】電極部を有する電気回路素子と、電極部を有する電気回路基板との、互いの電極部を接続するための導電ボールにおいて、
略ボール形状の剛性を有するコアと、

このコアの周囲に被覆された導電性の被覆層と、
導電被覆層に一部が露出する状態で分散された微細で硬い粒子とを具備する事を特徴とする導電ボール。

【請求項96】前記導電ボールの導電被覆層は、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、該電気回路素子の電極部及び該電気回路基板の電極部の少なくとも一方と電氣的及び機械的に接続される事を特徴とする請求項95に記載の導電ボール。

【請求項97】電極部を有する電気回路素子と、電極部を有する電気回路基板との、互いの電極部を接続するための導電ボールにおいて、

剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、
電導性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層と、

導電被覆層に一部が露出する状態で分散された微細で硬い粒子とを具備することを特徴とする導電ボール。

【請求項98】前記導電ボールの導電被覆層は、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により

圧接されて、前記電気回路素子の電極部及び前記電気回路基板の電極部と、夫々金属接合される事を特徴とする請求項97に記載の導電ボール。

【請求項99】電極部を有する電気回路素子と、電極部を有する電気回路基板との、互いの電極部を接続するための導電ボールにおいて、

略ボール形状の剛性を有するコアと、

このコアの周囲に被覆され、半田材から形成された導電被覆層とを具備する事を特徴とする導電ボール。

【請求項100】電極部を有する電気回路素子と、電極部を有する電気回路基板との、互いの電極部を接続するための導電ボールにおいて、

剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、

半田材から形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを具備することを特徴とする導電ボール。

【請求項101】前記導電ボールの導電被覆層は、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部とに挟持された状態で加熱される事により溶融されて、該電気回路素子の電極部及び該電気回路基板の電極部を電気的及び機械的に接続する事を特徴とする請求項99又は100に記載の導電ボール。

【請求項102】前記導電被覆層の外周面は、滑らかな曲面状に形成されていることを特徴とする請求項95乃至101の何れか1項に記載の導電ボール。

【請求項103】前記コアの外周面は、滑らかな曲面状に形成されていることを特徴とする請求項95乃至102の何れか1項に記載の導電ボール。

【請求項104】前記導電被覆層の外周面は、凸凹状に形成されている事を特徴とする請求項95乃至101の何れか1項に記載の導電ボール。

【請求項105】前記導電被覆層の内周面は、凸凹状に形成されていることを特徴とする請求項95乃至101及び104の何れか1項に記載の導電ボール。

【請求項106】前記コアの外周面は、凸凹状に形成されていることを特徴とする請求項1乃至95乃至101及び104の何れか1項に記載の導電ボール。

【請求項107】前記導電被覆層は、電気抵抗率が 1.6×10^{-8} 乃至 $1.0 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ の物質から形成されていることを特徴とする請求項95乃至101の何れか1項に記載の導電ボール。

【請求項108】前記導電被覆層は、その膜厚を1乃至 $50 \mu m$ に設定されていることを特徴とする請求項107に記載の導電ボール。

【請求項109】前記導電被覆層は、その膜厚を3乃至 $20 \mu m$ に設定されていることを特徴とする請求項108に記載の導電ボール。

【請求項110】前記コアは、その直径を3乃至 $500 \mu m$ に設定されていることを特徴とする請求項95乃至101の何れか1項に記載の導電ボール。

【請求項111】前記コアは、その直径を10乃至 $200 \mu m$ に設定されていることを特徴とする請求項110に記載の導電ボール。

【請求項112】前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その直径の変位量が5%以下となるような剛性を有している事を特徴とする請求項95乃至101の何れか1項に記載の導電ボール。

【請求項113】前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その直径の変位量が1%以下となるような剛性を有している事を特徴とする請求項112に記載の導電ボール。

【請求項114】前記導電被覆層の凸凹の大きさが、 R_{max} で接続される電極の膜厚の10%以上であり、導電被覆層の膜厚の2倍以下であることを特徴とする請求項104乃至106の何れか1項に記載の導電ボール。

【請求項115】前記粒子は、微細で硬い金属材料はまた無機材料から形成されていることを特徴とする請求項95乃至98の何れか1項に記載の導電ボール。

【請求項116】前記粒子の大きさは、前記電極の厚さの10分の1よりも大きく、前記導電被覆層の厚さと該電極の厚さの合計よりも小さく設定されている事を特徴とする請求項95乃至98の何れか1項に記載の導電ボール。

【請求項117】前記粒子の大きさは、前記電極の厚さの10分の1よりも大きく、前記導電被覆層の厚さと該電極の厚さの合計の半分よりも小さく設定されている事を特徴とする請求項116に記載の導電ボール。

【請求項118】前記粒子は、前記導電被覆層の全周に渡り一部露出した状態で埋設されていることを特徴とする請求項95乃至98の何れか1項に記載の導電ボール。

【請求項119】前記粒子は、前記導電被覆層の、対応する電極が接続される部分にのみ一部露出した状態で埋設されている事を特徴とする請求項95乃至98の何れか1項に記載の導電ボール。

【請求項120】前記粒子は、前記導電被覆層の表面に、一部露出した状態で埋設されていることを特徴とする請求項95乃至98の何れか1項に記載の導電ボール。

【請求項121】前記粒子は、前記導電被覆層の表面に一部露出した状態で埋設されると共に、内部に、全く露出しない状態で埋設されている事を特徴とする請求項95乃至98の何れか1項に記載の導電ボール。

【請求項122】電極部を有する電気回路素子と、電極部を有する電気回路基板との、互いの電極部を接続するために用いられる導電接続部材において、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電被覆層が設けられると共に、該導電被覆層に一部が露出する状態で微細で硬い粒子が分散された少なくとも1つの導電ボールと、

前記導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電氣的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より該導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートとを具備することを特徴とする導電接続部材。

【請求項123】前記導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、該電気回路素子の電極部と前記保持シートの方の面より突出する該導電ボールの被覆層の部分との間、及び、該電気回路基板の電極部と前記保持シートの他方の面より突出する該導電ボールの被覆層の部分との間が電氣的及び機械的に接続される事を特徴とする請求項122に記載の導電接続部材。

【請求項124】電極部を有する電気回路素子と、電極部を有する電気回路基板との、互いの電極部を接続するために用いられる導電接続部材において、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、電導性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層と、導電被覆層の一部が露出する状態で分散された微細で硬い粒子とを備える導電ボールと、前記導電ボールを少なくとも1以上埋設保持する保持シートであって、電氣的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より該導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートとを具備することを特徴とする導電接続部材。

【請求項125】前記導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、該電気回路素子の電極部と前記保持シートの方の面より突出する該導電ボールの被覆層の部分との間、及び、該電気回路基板の電極部と前記保持シートの他方の面より突出する該導電ボールの被覆層の部分との間が、電氣的及び機械的に夫々接続される事を特徴とする請求項124に記載の導電接続部材。

【請求項126】前記導電ボールの導電被覆層は、前記電気回路素子の電極部及び前記電気回路基板の電極部と、夫々金属接合される事を特徴とする請求項123又は125に記載の導電接続部材。

【請求項127】電極部を有する電気回路素子と、電極部を有する電気回路基板との、互いの電極部を接続するために用いられる導電接続部材において、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に、半田材から形成された導電被覆層が設けられた少なくとも1つの導電ボールと、前記導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電氣的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より該導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボ-

ールを保持する保持シートとを具備することを特徴とする導電接続部材。

【請求項128】電極部を有する電気回路素子と、電極部を有する電気回路基板との、互いの電極部を接続するために用いられる導電接続部材において、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、半田材により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを有する導電ボールと、

前記導電ボールを少なくとも1以上埋設保持する保持シートであって、電氣的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より該導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートとを具備することを特徴とする導電接続部材。

【請求項129】前記導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されると共に加熱されて、該電気回路素子の電極部と該電気回路基板の電極部との間は、溶融半田を介して電氣的及び機械的に接続する事を特徴とする請求項127又は128に記載の導電接続部材。

【請求項130】前記導電被覆層の外周面は、滑らかな曲面状に形成されていることを特徴とする請求項122乃至129の何れか1項に記載の導電接続部材。

【請求項131】前記コアの外周面は、滑らかな曲面状に形成されていることを特徴とする請求項122乃至130の何れか1項に記載の導電接続部材。

【請求項132】前記導電被覆層の外周面は、凸凹状に形成されている事を特徴とする請求項122乃至129の何れか1項に記載の導電接続部材。

【請求項133】前記導電被覆層の内周面は、凸凹状に形成されていることを特徴とする請求項122乃至129及び132の何れか1項に記載の導電接続部材。

【請求項134】前記コアの外周面は、凸凹状に形成されていることを特徴とする請求項122乃至129及び132の何れか1項に記載の導電接続部材。

【請求項135】前記導電被覆層は、電気抵抗率が $1.6 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ 乃至 $1.0 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ の物質から形成されていることを特徴とする請求項122乃至129の何れか1項に記載の導電接続部材。

【請求項136】前記導電被覆層は、その膜厚を1乃至 $50 \mu m$ に設定されていることを特徴とする請求項135に記載の導電接続部材。

【請求項137】前記導電被覆層は、その膜厚を3乃至 $20 \mu m$ に設定されていることを特徴とする請求項136に記載の導電接続部材。

【請求項138】前記コアは、その直径を3乃至 $500 \mu m$ に設定されていることを特徴とする請求項122乃至129の何れか1項に記載の導電接続部材。

【請求項139】前記コアは、その直径を10乃至20

0 μ mに設定されていることを特徴とする請求項138に記載の導電接続部材。

【請求項140】前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その直径の変位量が5%以下となるような剛性を有している事を特徴とする請求項122乃至129の何れか1項に記載の導電接続部材。

【請求項141】前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その直径の変位量が1%以下となるような剛性を有している事を特徴とする請求項140に記載の導電接続部材。

【請求項142】前記導電被覆層の凸凹の大きさが、Rmaxで接続される電極の膜厚の10%以上であり、導電被覆層の膜厚の2倍以下であることを特徴とする請求項132乃至134の何れか1項に記載の導電接続部材。

【請求項143】前記粒子は、微細で硬い金属材料はまた無機材料から形成されていることを特徴とする請求項122乃至126の何れか1項に記載の導電接続部材。

【請求項144】前記粒子の大きさは、前記電極の厚さの10分の1よりも大きく、前記導電被覆層の厚さと該電極の厚さの合計よりも小さく設定されている事を特徴とする請求項122乃至126の何れか1項に記載の導電接続部材。

【請求項145】前記粒子の大きさは、前記電極の厚さの10分の1よりも大きく、前記導電被覆層の厚さと該電極の厚さの合計の半分よりも小さく設定されている事を特徴とする請求項144に記載の導電接続部材。

【請求項146】前記粒子は、前記導電被覆層の全周に渡り一部露出した状態で埋設されていることを特徴とする請求項122乃至126の何れか1項に記載の導電接続部材。

【請求項147】前記粒子は、前記導電被覆層の、対応する電極が接続される部分にのみ一部露出した状態で埋設されている事を特徴とする請求項122乃至126の何れか1項に記載の導電接続部材。

【請求項148】前記粒子は、前記導電被覆層の表面に、一部露出した状態で埋設されていることを特徴とする請求項122乃至126の何れか1項に記載の導電接続部材。

【請求項149】前記粒子は、前記導電被覆層の表面に一部露出した状態で埋設されると共に、内部に、全く露出しない状態で埋設されている事を特徴とする請求項122乃至126の何れか1項に記載の導電接続部材。

【請求項150】電極部を有する電気回路素子と、電極部を有する電気回路基板との、互いの電極部を接続するために用いられる導電接続部材の製造方法において、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電被覆層が設けられると共に、該導電被覆層に一部が露出した状態で微細で硬い粒子が分散された少なくとも1つの導電ボールを、下型及び上型を両者が所定間隔だけ離間した状

態で挟持する第1の工程と、

前記下型及び上型の間に、合成樹脂を充填する第2の工程と、

前記下型及び上型から成形材を離型させる第3の工程と、

離型した成形材の上下両面をエッチングして、合成樹脂製の保持シートの上下面から、前記導電ボールの上部及び下部が夫々突出して露出させる第4の工程とを具備することを特徴とする導電接続部材の製造方法。

【請求項151】電極部を有する電気回路素子と、電極部を有する電気回路基板との、互いの電極部を接続するために用いられる導電接続部材の製造方法において、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電被覆層が設けられると共に、該導電被覆層に一部が露出した状態で微細で硬い粒子が分散された少なくとも1つの導電ボールの下部を下型の第1の凹所内に載置する第1の工程と、

前記下型の第1の凹所に対応した第2の凹所が形成された上型を、この第2の凹所内に前記導電ボールの上部が収納されるように被せる第2の工程と、

前記下型及び上型の間に、合成樹脂を充填する第3の工程と、

前記下型及び上型から成形材を離型させる第4の工程と、

離型した成形材の上下両面をエッチングして、合成樹脂製の保持シートの上下面から、前記導電ボールの上部及び下部が夫々突出して露出させる第5の工程とを具備することを特徴とする導電接続部材の製造方法。

【請求項152】電極部を有する電気回路素子と、電極部を有する電気回路基板との、互いの電極部を接続するために用いられる導電接続部材の製造方法において、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に半田材から形成された導電被覆層が設けられた少なくとも1つの導電ボールを、下型及び上型を両者が所定間隔だけ離間した状態で挟持する第1の工程と、

前記下型及び上型の間に、合成樹脂を充填する第2の工程と、

前記下型及び上型から成形材を離型させる第3の工程と、

離型した成形材の上下両面をエッチングして、合成樹脂製の保持シートの上下面から、前記導電ボールの上部及び下部が夫々突出して露出させる第4の工程とを具備することを特徴とする導電接続部材の製造方法。

【請求項153】電極部を有する電気回路素子と、電極部を有する電気回路基板との、互いの電極部を接続するために用いられる導電接続部材の製造方法において、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に半田材から形成された導電被覆層が設けられた少なくとも1つの導電ボールの下部を下型の第1の凹所内に載置する第1の工程と、

前記下型の第1の凹所に対応した第2の凹所が形成された上型を、この第2の凹所内に前記導電ボールの上部が収納されるように被せる第2の工程と、

前記下型及び上型の間に、合成樹脂を充填する第3の工程と、

前記下型及び上型から成形材を離型させる第4の工程と、

離型した成形材の上下両面をエッチングして、合成樹脂製の保持シートの上下面から、前記導電ボールの上部及び下部が夫々突出して露出させる第5の工程とを具備することを特徴とする導電接続部材の製造方法。

【請求項154】前記第1及び第2の凹部は、前記導電ボールの半径よりも小さい深さを有するように形成されていることを特徴とする請求項153に記載の導電接続部材の製造方法。

【請求項155】前記導電被覆層の外周面は、滑らかな曲面状に形成されていることを特徴とする請求項150乃至154の何れか1項に記載の導電接続部材の製造方法。

【請求項156】前記コアの外周面は、滑らかな曲面状に形成されていることを特徴とする請求項150乃至155の何れか1項に記載の導電接続部材の製造方法。

【請求項157】前記導電被覆層の外周面は、凸凹状に形成されていることを特徴とする請求項150乃至155の何れか1項に記載の導電接続部材の製造方法。

【請求項158】前記導電被覆層の内周面は、凸凹状に形成されていることを特徴とする請求項150乃至155及び157の何れか1項に記載の導電接続部材の製造方法。

【請求項159】前記コアの外周面は、凸凹状に形成されていることを特徴とする請求項30乃至150乃至155及び157の何れか1項に記載の導電接続部材の製造方法。

【請求項160】前記導電被覆層は、電気抵抗率が $1.6E-8$ 乃至 $10E-8\Omega\cdot m$ の物質から形成されていることを特徴とする請求項150乃至155の何れか1項に記載の導電接続部材の製造方法。

【請求項161】前記導電被覆層は、その膜厚を1乃至 $50\mu m$ に設定されていることを特徴とする請求項160に記載の導電接続部材の製造方法。

【請求項162】前記導電被覆層は、その膜厚を3乃至 $20\mu m$ に設定されていることを特徴とする請求項161に記載の導電接続部材の製造方法。

【請求項163】前記コアは、その直径を3乃至 $500\mu m$ に設定されていることを特徴とする請求項150乃至155の何れか1項に記載の導電接続部材の製造方法。

【請求項164】前記コアは、その直径を10乃至 $200\mu m$ に設定されていることを特徴とする請求項163に記載の導電接続部材の製造方法。

【請求項165】前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その直径の変位量が5%以下となるような剛性を有していることを特徴とする請求項150乃至155の何れか1項に記載の導電接続部材の製造方法。

【請求項166】前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その直径の変位量が1%以下となるような剛性を有していることを特徴とする請求項165に記載の導電接続部材の製造方法。

【請求項167】前記導電被覆層の凸凹の大きさが、 R_{max} で接続される電極の膜厚の10%以上であり、導電被覆層の膜厚の2倍以下であることを特徴とする請求項157乃至159の何れか1項に記載の導電接続部材の製造方法。

【請求項168】前記粒子は、微細で硬い金属材料または無機材料から形成されていることを特徴とする請求項150又は151に記載の導電接続部材の製造方法。

【請求項169】前記粒子の大きさは、前記電極の厚さの10分の1よりも大きく、前記導電被覆層の厚さと該電極の厚さの合計よりも小さく設定されていることを特徴とする請求項150又は151に記載の導電接続部材の製造方法。

【請求項170】前記粒子の大きさは、前記電極の厚さの10分の1よりも大きく、前記導電被覆層の厚さと該電極の厚さの合計の半分よりも小さく設定されていることを特徴とする請求項169に記載の導電接続部材の製造方法。

【請求項171】前記粒子は、前記導電被覆層の全周に渡り一部露出した状態で埋設されていることを特徴とする請求項150又は151に記載の導電接続部材の製造方法。

【請求項172】前記粒子は、前記導電被覆層の、対応する電極が接続される部分にのみ一部露出した状態で埋設されていることを特徴とする請求項150又は151に記載の導電接続部材の製造方法。

【請求項173】前記粒子は、前記導電被覆層の表面に、一部露出した状態で埋設されていることを特徴とする請求項150又は151に記載の導電接続部材の製造方法。

【請求項174】前記粒子は、前記導電被覆層の表面に一部露出した状態で埋設されると共に、内部に、全く露出しない状態で埋設されていることを特徴とする請求項150又は151に記載の導電接続部材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電極部を有する電気回路素子と前記電気回路素子と接続するための電極部を有した電気回路基板を備えた電気回路部品、及び、この電気回路部品の製造方法、及び、この電気回路部品の両電極部を接続するために用いられる導電ボール及び導

電接続部材、及びこの導電接続部材の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、電気回路素子を電気回路基板に電気的に接続して構成される電気回路部品に関する製造技術としては、以下に述べる方法が種々知られている。先ず、これら製造技術を分説する。

【0003】(1) ワイヤボンディング方法

図29(a)は、ワイヤボンディング方法によって接続された電気回路素子であるIC101と、電気回路基板であるプリント基板102とからなる電気回路部品を模式的に示す断面図である。このワイヤボンディング方法では、まず、プリント基板102上にAgペースト104を用いて、IC101をプリント基板102上に固定保持させ、次に、IC101表面に存在する電極部とプリント基板102上に設けられた配線パターン105とを、線径が20～100 μ mの金あるいはアルミからなる極細金属線103を用いて電気的に接続するように構成されている。

【0004】尚、接続後はポッティング方法等により樹脂106をIC101上に滴下し、IC101及び極細金属線103を外界より封止する。このようにして、最終的に電気回路部品が得られるように設定されている。

【0005】更に、この方法は、図29(b)に示すように電気回路基板としてリードフレーム107を用い、各リードフレーム107上にIC101を極細金属線103を介して接続し、トランスファーマールド法により樹脂106により封止する場合や、電気回路基板としてセラミックパッケージを用いる場合にも使用されている。

【0006】(2) CCB (Controlled Collapse Bonding) 方法

図30(a)及び図30(b)と図31(a)及び図31(b)とは、それぞれ、米国特許第3,292,240号と3,303,393号とに記載されている電気回路素子及び電気回路基板の電気的接続方法を示している。

【0007】先ず、図30(a)及び図30(b)に示される電気的接続方法について説明する。この方法では、図30(a)に示すように、電気回路素子101の表面に設けられている電極部に電極108を設け、次に、電気回路素子表面を電極108を除いて全面的にガラス保護膜109で被覆し、電極108の(配線)材料及びガラス保護膜109と密着の良い金属膜110を電極部に設ける。ここで、ガラス保護膜109に設けられた開口部の底部に電極108が露出している構造をもっている。これにより、金属膜110は電極部の電極108及びこれの周囲のガラス保護膜109に渡り設けられることになる。

【0008】次に、この電極部に第1の合金ボール(例

えば、Au75wt% Sb25wt% : 融点360℃)を配置し、電極部を第1の合金ボールの融点を越えるまで加熱して第1の合金ボールを溶融させ、電極部上に設けられた金属膜110と第1の合金ボールとの接続を行う。この後、電極部を冷却し、第1の合金ボールを凝固させる。これにより、電極108上に第1の合金111が突出した電気回路素子を得る。

【0009】一方、図30(b)に示すように、回路基板113の配線パターン105上に、第1の合金111の融点より低い融点を有する第2の合金112(例えば、Pb90wt% Sn10wt% : 融点258℃(固)～301℃(液))を設け、電極部に第1の合金111が突出した電気回路素子101を図30(a)を上下逆さまにした状態で、第1の合金111が対応する配線パターン105に接触する状態で配置する。この後、電極部を、第1の合金111の融点以下で、且つ、第2の合金112の融点以上まで加熱することにより、第1の合金111が溶融することなく第2の合金112のみが溶融し、第2の合金112と第1の合金111とが接続される。

【0010】ここで、電気回路素子101は、第1の合金111の突出している高さ分だけ電気回路基板113の上方に持ち上げられた状態で接続及び固定配置されている。このため、電気回路素子101と電気回路基板113との電気的短絡を確実に防ぐ事ができると共に、溶融させた後のフラックスを除去する際に、洗浄液が接続部に容易に進入できることから、フラックス洗浄を行って汚染物質を確実に除去した電気回路部品を得る事ができる。

【0011】この方法の応用として、第2の合金112を用いず、電気回路基板113上に第1の合金111が溶融した際に流れ出ることを防止するダム(図示せず)を設け、電気回路素子101の電極108上に第1の合金111の最初の溶融時に表面張力によりその大きさを制限する金属膜(BLM(Boll Limited Metal)層、例えばTi/Cu/Ni、Cr/Cu/Au)を設け、その上に設けられた第1の合金111(例えばPb95wt% Sn5wt%)を溶融接続して半田バンプ(高さ100～200 μ m)を形成し、この後、半田バンプを回路基板との接続時に再度溶融し、基板113のダムにより横方向への広がりを制限された半田の溶融時の表面張力により電気回路素子を持ち上げて基板の電極部と接続する方法が、CCB方法である。

【0012】更に、このCCB方法は、近年、BGA(Ball Grid Array)方法と呼ばれて、半導体素子パッケージの電極部とプリント基板の電極部との接続方法としての、例えばPb40% Sn60%、Pb36% Sn62% Ag2%、Pb81% In19%、Pb90% Sn10%の半田バンプを、パッケージの電極に形成し、基板の電極との接続に応用されてい

る。

【0013】次に、図31(a)及び図31(b)に示す接続方法について説明する。この方法では、図31(a)に示すように、電気回路素子の電極部の電極108に合金層115(例えば、Pb95wt%Sn5wt%、融点300℃(固)~314℃(液))を設け、その上に合金層115の熔融温度で変形しない導電材料からなるボール114(例えば無酸素銅、直径127~152.4μm)を配置し、合金層115の融点まで加熱する事によりボール114と接続を行う。

【0014】この後、図31(b)に示すように、回路基板113上の配線部105に電気回路素子101に設けられた合金層115より低い融点の第2の合金層116(例えば、Pb90%Sn10%、融点268℃(固)~301℃(液))を設ける。そして、ボール114が接続された電気回路素子101を、図31(a)に示す状態とは上下逆さまの状態回路基板113上に、ボール114が対応する第2の合金層116に接触する状態で配置する。そして、電極部を第2の合金層116の融点まで加熱して第2の合金層116を溶融させ、ボール114と第2の合金層116とを接続し電気回路部品を得る。

【0015】この方法では、ボール114の融点(Cu:1083℃)が第1及び第2の合金層115、116の融点より大幅に高く、第2の合金層116を溶融させるための加熱時に溶融するおそれがないため、各々の合金層115、116との接続時の加熱温度制御範囲が広くとれることで、接続が容易となる利点がある。

【0016】(3)例えば、特開公昭59-139636号公報に開示されたTAB(Tape Automated Bonding)方法

図32(b)及び図32(c)は、TAB方法により接続された電気回路部品を模式的に夫々示す断面図である。

【0017】このTAB方法は、テープキャリア方式による自動ボンディング方法である。以下に、このTAB方法の代表例を順を追って説明する。

【0018】まず、図32(a)に示すように、IC101が形成されている半導体ウェハ全面に多層のバリヤメタル層118(例えば、Ti/W、Ti/Pt、Cr/Cu、Cr/Ni等)を蒸着により形成し、その上にレジストを塗布し、電極部108上に開口を有する様にレジストを露光現像する。次に、バリヤメタル層118を電極として電気メッキによりAuバンパ119を高さが15~30μm程度となる様にレジスト開口部に形成し、この後、レジストを剥離する。更に、露出しているバリヤメタル層118をエッチングし、電極部108上にAuバンパ119を形成する。そして、半導体ウェハを切断しバンパ付き半導体チップを得る。

【0019】ここで、キャリアテープは、図32(b)

に示すように、絶縁フィルム121(例えばポリイミドフィルム厚み75~125μm)上に銅からなるリードパターン(厚み18~35μm)が形成され、半導体チップ101と接続される部分では、フィルムに開口部が設けられリードが露出し、その表面を厚み0.3~0.5μmでSnメッキされたインナーリード120を持つ様に形成される。

【0020】このキャリアテープのインナーリード120と半導体チップ101の金バンパ119とを位置合わせした後、500℃前後の温度と30~40g/リードの圧力により熱圧着によりインナーリード120とAuバンパ119とにAu-Sn共晶接合をおこさせて接続する。尚、接続後に、樹脂を滴下し硬化することにより半導体チップを封止する。

【0021】次に、図32(c)に示すように、半導体チップ101が接続されたキャリアテープから、アウターリード122を切断し、アウターリード122と基板のランドとを半田123、異方性導電膜等により接続することで、電気回路部品を得る。

【0022】また、TAB方法とは異なるが、図33に示す様に、TAB方法で使用されるAuバンパ119を用いて、半導体チップ101のAuバンパ119を直接回路基板113の電極部105と熱圧着により接続し、電気回路部品を得る方法もある。

【0023】(4)樹脂ボール方法(HYBRIDS, Vol. 8, No. 6, pp. 3-25, 1992)

図34(a)及び図34(b)は、樹脂ボールの表面に導電性皮膜を設けた導電性樹脂ボールを用いた接続方法を示している。以下に、この接続方法を説明する。

【0024】図34(b)に示すように、導電性樹脂ボール124は、直径が5~10μmの樹脂ボール126表面にAuを500~数千オングストロームの膜厚でメッキにより被覆し導電層127を形成したものである。この導電ボール124を、図34(a)に示すように、基板113の電極105上に配置し、その基板113上に未硬化のエポキシ系接着剤125を介在させて半導体チップ101を載せ、導電性樹脂ボール124が約10~20%程度変形する様に加圧した状態で、この接着剤を硬化させて半導体チップ101を基板113と固着させる。このとき、電氣的接続は、半導体チップ101と基板113とを導電性樹脂ボール124の変形後の間隔で固着させたことにより、樹脂ボール126の変形に伴う弾性反発力が、導電性樹脂ボール124の接続しているそれぞれの電極部108、105に働くことで、導電性樹脂ボール124の表面のAu層127と各電極108、105とが機械的に接触することのみにより得られている。

【0025】(5)異方性導電シート接続方法

図35(a)及び図35(b)並びに図36に示す方法は、夫々、米国特許第3,320,658号及び第3,

541. 222号に示される接続方法を示している。以下に夫々の接続方法について説明する。

【0026】これらの方法は、いずれも絶縁性材料からなるシートに導電材料がそのシート両面に露出する様に保持された異方性導電シートを、互いに対向する電極間に配置して電極間を接続するものである。

【0027】図35(a)及び図35(b)に示される方法は、熱可塑性の絶縁材料(例えば、ポリエチレンテレフタレート等)からなるシート129に、導電材料128(例えばCu80%Ag15%P5%)を埋設することにより、電極108(例えばCu)上に導電材料を1つつ配置するのではなく、1つのシートに複数の導電材料128を保持させることで、接続時の導電材料128のハンドリングの改善を図ったものである。このシート129を導電材料128が電極108間に挟まれる様に配置し、加熱することで、この導電材料128が溶融し電極108と接続される。

【0028】導電材料108の接続方式としては、溶接、鐙付け(溶融温度450℃以上)、半田付け(溶融温度450℃以下)のいずれかの方式で行われるが、いずれの方式も接続する導電材料128が液相状態で電極108と接続される方式である。また、このときの熱により導電材料128を保持しているシート129が熱可塑性であるため軟化し、導電材料128と電極108との接続される周囲を隙間なく覆い、加熱接続後にその状態で硬化し、電極間を絶縁する。

【0029】この異方性導電シートは、図35(a)に示すように、熱可塑性の絶縁材料からなるシート129に、導電材料からなるボール128(直径25.4μm~127μm)を、熱可塑性樹脂のシート129が軟化し、導電材料のボール128が軟化しない温度に加熱して、あらかじめ決められた場所(例えば、開口部を設けておく)に配置する。するとシート129が軟化し、ボール128をシート129両面から突出した状態に配置することができ、加熱をやめるとシート129が再び軟化し、図35(b)に示すように、このボール128を保持する。この工程を繰り返すことで、1つのシート129に複数の導電材料からなるボール128がシート129両面より突出した異方性導電シートを得ている。

【0030】図36に示す方法は、絶縁材料のシート131の中に配置される導電材料130が、1つの電極部108に複数配置される様に小型でありかつ、隣接する電極間を短絡しない大きさと配置を持つことにより、接続する電極部108とこの異方性導電シートとの位置決めを省くことを目指したものである。また、導電材料130が接続時の加圧により押し潰され電極との接触面積を確保することにより電氣的に接続するため、導電材料130は加圧により変化しやすい鉛、金合金が用いられる。さらに加圧により接続することで、電気回路部品の保守や設計の変更時に取り付け、取り外しを行えるもの

としたものである。

【0031】この異方性導電シートは、絶縁性材料により格子の畝を絶縁性材料のベースシート上に形成し、更に、この格子の畝を鋳型として導電材料である金属を鋳込む。そして、ベースシートと格子の畝の部分をエッチング等により除去し、導電材料が突き出た異方性導電シートを得ている。

【0032】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した種々の従来例では、電気回路素子を電気回路基板に電氣的に接続して構成される電気回路部品に関する技術として、以下のような問題点がある。

【0033】(1)ワイヤボンディング方法

①IC101の接続部をIC101の内側に至るようにに設計すると、その接続部からIC101の保持されるプリント基板102の表面上の配線パターン105までを接続する極細金属線103が、IC101の外周縁部に接触し易くなる。接触した場合には、電氣的に短絡し電気特性を満たせないだけでなくICを破壊してしまう。そこで、極細金属線103の長さを長く、また、接続部からの立ち上げ高さ(h)を高くすると、極細金属線103はその線径が非常に細く柔らかいため、製造工程時の振動や封止樹脂の注入時の樹脂圧力により変形し、極細金属線103同士が接触したり破断したりする虞がある。

【0034】従って、IC101の接続部は、IC101の周辺に配置する必要が生じ、回路設計上の制限を受けざるを得なくなる問題点がある。

【0035】②IC101の電極膜として通常使用されているA1は、大気中に露出しているためその表面に絶縁性の酸化膜を形成する。更に、電極部が露出した状態で、ウェハー裏面研磨、チップへの切断、基板上への固定配置と様々な工程を経るため、その露出している表面は汚染され、汚染層を形成している。通常は、接続時に加圧及び超音波振動を用いることにより、この接続を妨げる酸化膜、汚染層を破壊除去し、電極の真性面を露出させ、これと極細金属線103の金属とを拡散することにより金属的に接続する。そのため、接続時に加圧及び超音波振動が加えられる強度を持った極細金属線103の直径より大きいツール(キャピタリ)が必要である。ツールが隣接する極細金属線103と接触すると、隣接する極細金属線103を変形させたり、破断させたりする虞がある。そのため、ツールが隣接する極細金属線103と接触しない様に、接続部のピッチ寸法(隣接する接続部の中心間距離)としてある程度の間隔をとらざるを得ない制約がある。

【0036】従って、ICの大きさが決まれば必然的に接続部の最大数が決まることになる。ワイヤボンディング方法では、このピッチ寸法が通常0.2mm程度と大きいので、接続部の数は従って少なくならざるを得ない

問題点がある。

【0037】③IC101上の接続部から測った極細金属線103の高さ h は、通常0.2～0.4mmであるが、この高さを0.2mm以下にすることは、極細金属線103に接続用Auボールを形成する際の溶融温度によりAuボール近傍の極細金属線103が再結晶化し高度が高くなることと、①で述べたIC101との短絡の点から比較的困難である問題点がある。従って、IC101の実装厚み H を薄型化することが難しい。

【0038】④ワイヤボンディング方法では、極細金属線103の強度が低く極細金属線103のみでIC101を保持できないため、極細金属線103をIC101に接続する前に、IC101を基板102上に固定保持しなければならない。そのため、IC101裏面と基板102とを約10～30 μ m程度の厚みのAgペーストにより接着している。Agペーストは通常ディスペンサー等により基板102上に塗布されるが、Agペーストの粘度、突出圧、ディスペンサーノズル形状、IC101のマウント圧力のばらつき、さらには、硬化時にAgペースト中の溶剤が揮発する際に発生する気泡の抜け方向が不規則である等の様々な要因によりその接着層は均一にならない。IC101は基板102上に最大 θ ($=\sin^{-1}(a/L)$)、IC101の対角長さ: L 、ペーストの厚み: a) 傾いて固定保持される。

【0039】IC101が受光素子の場合、この傾きは、受光面に入射する光路長さ差にズレを生じさせ、特に近年ICサイズが約10mm角から約5mm角へと小型化しているエリア型のCCDの様に、ICサイズが小さく、非常に多くの受光部を有する受光素子においては、傾斜角度が大きくなり受光特性を悪化させることになる。

【0040】従って、IC101が受光素子の場合には、接続して得られる電気回路部品に位置補正用の部品を取り付ける領域を設ける必要があり、ICサイズが小型化しても電気回路部品の小型化が難しくなる問題点がある。

【0041】⑤ワイヤボンディング方法では、③で述べた様にIC101上に約0.2～0.4mmの高さまで極細金属線103が存在する。IC101が受光素子の場合、受光素子の受光部及びその他の素子表面に入射した光がそれら表面で反射し、極細金属線103によって再度反射された受光部に入射し、受光信号にゴーストを発生させる。そこで、ゴースト信号を発生させないためには、受光部より接続部を遠ざける、あるいは、極細金属線103の高さを低くしなければならない。しかしながら、極細金属線103の高さを低くすることは③で述べた様に比較的困難である。

【0042】従って、IC101が受光素子の場合には、接続部を受光部から離さざるを得ず、受光素子の小型化を困難にする問題点がある。⑥ワイヤボンディング

では、接続部毎に接続を行っているため、接続部の数が増加すると増加した分だけワイヤボンディングの作業時間が増加し、生産効率が悪くなる。

【0043】(2)CCB方法

①通常、電気回路素子であるICの電極材であるAlでは、酸化膜により半田が濡れない、そのため、半田濡れの良い金属膜を電極上に形成しなければならず、さらに電極膜との密着性、半田の拡散防止といった機能をもたせるため、通常2～3層の多層膜を蒸着、フォトリソ、エッチングを用いて形成し、その上に半田バンパを形成する必要がある。

【0044】従って、工程数が多くコストが高くなる問題点がある。

【0045】②半田バンパの形成は、溶融時の表面張力を利用するため、半田量、溶融雰囲気、フラックス、BLMサイズ、BLM表面状態、加熱温度及びその分布、さらに半田の合金比のばらつき ($\pm 10\text{wt}\%$) による融点のばらつき等により形状特に高さが不均一となりやすく、 $\pm 10\mu\text{m}$ ～ $20\mu\text{m}$ 程度は、通常、ばらついている。更に、半田バンパをより小型化すると、これらの影響がより現れやすくなり部分的に大きな半田バンパや小さいバンパができ、回路基板との接続時に半田バンパ間の短絡や、接続できない接続部を発生させたり、極端な場合には、チップ部品のマンハッタン現象の様に不均一な半田の表面張力によりICが浮き上がる。

【0046】そこで、半田バンパのばらつきによる接続できない接続部を荷重を加えることにより接続させることは、半田の表面張力によりICを基板上に支えているため、行うことができない。

【0047】従って、半田バンパの制御が難しいため、接続部の小型化を行うことが難しい問題点がある。

【0048】③半田バンパの形成時と接続時には半田を溶融する際に濡れ性を上げるため、フラックスを使用する。そのため、ICの信頼性を確保するために接続後に使用したフラックスを除去しなければならない、洗浄、乾燥工程が必要となる。また、接続部をICの内部に設けた場合には、フラックスあるいは、洗浄液が内部に残留しやすくなり、信頼性を低下させるため、入念な洗浄が必要となる。

【0049】従って、工程数が多くコスト高となる問題点がある。

【0050】④基板との接続時は、半田バンパの溶融時の表面張力のみでIC101を支えているため、半田バンパの大きさ、数と支えられるIC101の重量との間に限界が存在する。(T. Kamei and M. Nakayama, "Hybrid IC Structures Using Solder Reflow Technology", 28th Electornic Comp. Conf. Proc., pp172-182, 1978参照)

従って、接続数(半田バンプ数)及び半田バンプの大きさとICの大きさ(重量)とに制限を受ける問題点がある。

【0051】⑤図31に示される方法では、半田溶融温度で変形しないボールを用いて接続を行っているが、このボールを半導体素子上の電極上に前もって設けられた半田と溶融接続し固定した後に、基板上の電極上に設けられた半田(半導体素子上の半田より低い融点)と再度溶融接続を行わないと、ボールを接続部に保持することが難しい。更に、接続する電極数が増加するとボール配置時間が長くなると共に、配置中の振動等により配置されたボールがズレない様に低速で配置しなければならない。そのため、生産効率が低下する。

【0052】更に、フラックスの洗浄もそれぞれの接続に対して必要となる。従って、工程数が多く、生産効率も低くなるためコスト高となる。

【0053】⑥図31に示される方法では、非常に軽いボール自重($d=5\mu\text{m}$ の銅ボールの時、 $9.57\mu\text{g}$)のみで電極108上の半田と溶融固定するため、溶融後のボール高さは、電極108上の半田量及び合金比のばらつき、ボール表面状態、ボールサイズ(重量)、フラックス、溶融雰囲気、溶融温度及び分布等による溶融時の半田の表面張力のばらつきによって不均一となりやすい。この高さの不均一は、ボールが小型化するほど顕著となる。

【0054】一方、基板の電極108との接続は、IC側の半田を溶融させない加熱温度と加熱時間($320^{\circ}\text{C}-5\text{min}$)で基板の電極108上の半田を溶融させて行っている。そのため、基板の電極108上の半田は、この高さのばらつきが存在してもボールと接触し接続が行われるよう厚く(多量)に形成する必要がある。

【0055】よって、ボールを小型化すると、ボール重量が小さくなり、自重に対し溶融時の半田の表面張力が相対的に大きくなり、より高さばらつきが大きくなる。そこで、基板の電極108上により厚く半田を設けなければならないが、アスペクト比1を越える様な厚膜を形成することは通常多くの困難をともなうため、小型化することが難しい。

【0056】また、ボール材料の無酸素銅は、融点としては、 1083°C であるが軟化点は 190°C であり、半田溶融の温度のみではボールが溶融して変形することがなくても加重に対しては、容易に変形してしまう。そのため、溶融接続時に加圧することにより高さばらつきの解消を図ることは、半導体素子と基板とが接触し半導体素子側端部と基板配線との短絡を発生させたり、半導体素子と基板との間隔が小さくなりその間にフラックスを残留させてしまう。

【0057】従って、ボールを小型化することのみにより、接続部を小型化することは困難である問題点がある。

【0058】また、図31に示される方法では、ボールを接続するのに十分な半田を夫々の電極から供給しなければならぬため、半田を盛る電極の大きさは、ボール径以上の大きさが必要となる。例えば、ボール径が $127\sim 152.7\mu\text{m}$ に対して、基板のランド幅は、 $254\sim 381\mu\text{m}$ も必要となる。

【0059】(3)TAB方法

①半導体チップ101の接続部を半導体チップ101の内部にくる様に設計すると、インナーリード部の長さが長くなり、露出しているインナーリードが変形し易くなる。従って、すべてのインナーリードを半導体チップの各電極のAuバンプ上に配置することが困難になる。また、インナーリードが長くなることにより、インナーリードが自重により垂れ下がり接続部以外の半導体チップ表面あるいは、半導体チップ側端部と接触したりする。

【0060】従って、インナーリード部の長さが不必要に長くなることを避けるために、半導体チップの電極は半導体チップの周辺部に持ってくる必要が生じ、回路設計上の制限が生じる問題点がある。

【0061】②TAB方法においても、接続ピッチ寸法は、インナーリードのエッチング精度及び強度、接続時の加熱によるキャリアテープの熱膨張に伴うインナーリードズレ等の要因により $0.08\sim 0.15\text{mm}$ 程度である。従って、ワイヤボンディング方法の問題点②で述べたのと同様に、半導体チップサイズにより接続できる電極数が制限される問題点がある。

【0062】③半導体チップの電極上に、多層のバリアメタル層とAuバンプを、蒸着、フォトリソ、メッキ、エッチングといった複数の工程により形成する。更に、半導体ウェハー状態でAuバンプを形成するため、特性不良の半導体チップ上にもAuバンプが形成させてしまう。

【0063】従って、工程数が多く、さらに不必要な部分にもAuバンプを形成してしまうため、コスト高となる問題点がある。

【0064】④半導体チップ上にAuバンプを電解メッキにより形成する際、バリアメタル層をメッキの共通電極層として使用するが、その厚みは数 μm と厚みが薄い。そのため、シート抵抗値が大きく、半導体ウェハーが6インチから8インチへと大型化している近年では、中心部と周辺部で大きな電位差を生じ、Auバンプの成長サイズにばらつきを生じさせる要因の1つとなっている。そのため、通常6インチの半導体ウェハーにおけるAuバンプは、 $\pm 5\sim 10\mu\text{m}$ 程度高さにばらつきを持っており、半導体ウェハーの大型化に伴いばらつき幅は増大する。

【0065】そこで、バリアメタル層厚みを厚くすると、メッキ後のエッチングによるAuバンプ下のアンダーエッチングが増大し、エッチング中に半導体チップのA1電極がエッチングされる問題がある。

【0066】このような高さばらつきが存在することにより、接続当初は、高さの高いAuバンプのみがインナーリードと接触し加圧治具（コレット）により加圧される。そのため、高さの高いバンプには、大きな加重が加わり、半導体チップにクラックを発生させたり、つぶれすぎて隣接するバンプとショートしたりする。さらに高さの低いバンプでは、加圧が不足し接続できずオープン不良を発生させる。

【0067】従って、今後半導体ウェハーサイズが大型化し、Auバンプの高さばらつきが大きくなるため、接続不良を発生させやすくなる問題点がある。

【0068】更に、図33に示すように、直接、基板と接続する場合、このようなAuバンプの高さばらつきは、加圧コレットと基板との平行度がでていても、半導体チップがコレットに対して傾斜するため、加重分布が不均一となり、高加重領域において、半導体チップにクラックを発生させたり、隣接するバンプ間が短絡したりする。また、低加重領域においては、接続が不十分となりオープン不良を発生させたりする問題点がある。加圧コレットの平行度がでていない場合には、これらの問題がより大きくなる。

【0069】(4) 樹脂ボール方法

①この方法では、樹脂ボール124の弾性反発力により接続を得ている。そのため、半導体チップ101と基板113との間隔の変化は、接触圧力の変化となり、接触抵抗値の変動となる。この間隔を維持しているのが、接着剤（樹脂）であるため、主に無機材料である半導体チップ101や基板113より熱膨張係数が大きく、温度変化により全体が相似的にサイズを変化させるのではなく、この間隔が、半導体チップ101及び基板113に対して大きく変化することになる。

【0070】従って、温度変化に対して接触抵抗が変動する不安定さをもっている。更に、接着剤として例えばエポキシ樹脂を用いたものでは、T_g点が百数十℃であるため、特に高温環境においては、接着剤が軟化するため、接触部が開き接触抵抗が急激に上昇する問題点がある。

【0071】②樹脂ボール124の変形に表面の導電層127が追従する様に導電層の厚みは、非常に薄いものである。そのため導電経路の断面積は非常に小さくなる。例えば、樹脂ボール124の直径7.5 μ m、Au膜厚0.05 μ mのボールが15%変形して高さ6.46 μ m、横幅8.74 μ mで接続されている1つ導電性樹脂ボール124の導電経路を近似的に上記サイズの円柱として計算すると、114m Ω にもなる。そのため、通電できる電流値が大きくなると導電性樹脂ボール124が昇温しその周囲の接着剤を軟化させるだけでなく、樹脂ボール124をも軟化させることにより接触圧力が下がり、導電層127と電極との電気的接続ができなくなる。

【0072】そこで、導電層127の膜厚を厚くし抵抗値をさげようとする、導電層127である金属の塑性変形が大きくなり、樹脂ボール124の弾性反発力を妨げ、接触圧を下げ接触不良を発生させてしまうため、導電層127を厚くすることが難しい。

【0073】従って、接続の通電電流の値に制限が生じる。そのため、通常電流をほとんど流さない液晶ドライバーICの様に接続可能な電気回路素子が限定される問題点がある。

【0074】また、通電電流を大きくする場合には、非常に多くの導電性樹脂ボール124を接続に配置し、並列接続とするため電極部の小型化が図れない問題点がある。

【0075】(5) 異方性導電シート方法

①図35(a)及び図35(b)に示す方法では、導電材料からなるボール128を128溶解し、電極108と接続している。そのため、電極108及び導電材料表面の酸化膜や汚染層を除去し真性面を露出させるフラックスが接続に必要な。しかし、シート129が熱可塑性であり、接続時の温度により軟化し、電極間を隙間なく覆うため、接続後にフラックスの洗浄を行うことができない。従って、接続近傍にフラックスが残留し電極が腐蝕するため、電気回路部品の信頼性が低下する。フラックスを使用しない場合には、不活性ガス雰囲気または還元性ガス雰囲気で作業することになり、作業性及びコストの面で好ましくない問題点がある。

【0076】②図35(a)及び図35(b)に示す方法では、導電材料からなるボール128を1つずつ加熱しシート129に配置固定するため、接続する導電ボール128の数が増加すると1つのシート129に導電ボール128を配置する時間がかかり、生産効率が悪い。従って、接続数が増大すると生産効率が悪くなり、コスト高となる問題点がある。

【0077】③図36に示す方法では、異方性導電シート131と電極108との位置あわせを行わなくて良い様に、導電材料130は、接続する電極108以外の部分にも配置されている。そのため、シート面より突出している導電材料130は、電極108以外の部分にも接触する事になる。

【0078】通常接続される電気回路基板113は、その表面に電極108とつながった配線パターンをもち、その配線パターンを保護するため、接続する電極108以外は、通常絶縁性材料（例えば半田レジスト）によりコートされている。コートされている配線部の厚みは配線厚み+絶縁コート層厚となり接続する電極108の配線厚より大きくなる。

【0079】そのため、接続時には、異方性導電シート131の導電材料130と配線上の絶縁層とが一番最初に接触する。接続を望んだ電極108間を接続するためには、電極108以外の部分と接触している異方性導電

シート131の導電材料130をより大きく変形させ、所望の電極108間に配置されている導電材料130を電極108と接触させなければならない。

【0080】従って、電極108以外と接触する導電材料130は、常に接続部に設けられた導電材料131より大きな力が加えられることにより、絶縁層を破壊したり、1つの基板113の配線間及び接続する2つの基板113の配線間で短絡を発生させたりする。

【0081】これを防ぐには、絶縁層をやめ、異方性導電シート131の導電材料130が存在する領域では、基板113の接続部以外でも接続部と同じ配線間隔をとり、さらに異方性導電シート131面に対し、それぞれの基板113が電極108だけでなく配線までも鏡面対称配置にしなければならない。これは、接続する電極108が大型化したことと同じである。

【0082】従って、配線パターンに制限が設けられるため、小型化を行うことが難しい問題点がある。

【0083】④図36に示す方式では、異方性導電シート131と電極108との位置あわせを行い、そのため、電極108上に配置される導電材料130の数は、ある幅をもって必ずふれることになる。

【0084】更に、接続する電極108のピッチ寸法が小さくなると、電極108上に複数の導電材料130を配置しなければならないため、最低でも電極108のピッチ寸法の1/2以下の導電材料130のピッチ寸法を実現しなければならない。そのため、電極108のパターニング精度の2倍以上のパターニング精度が要求され、接続可能なピッチ寸法に限界がある。

【0085】従って、電極108間の接続抵抗値及び許容電流値は、必ずばらつきを持つと共に、接続ピッチ寸法に限界があるため、小型化が困難である問題点がある。

【0086】⑤図36に示す方法では、絶縁材料のベースシートの上に形成された絶縁性材料の格子の畝の中に導電性材料130を鑄込み、絶縁性ベースシートと絶縁性の格子の畝をエッチングすることで、格子の畝の部分が絶縁性シートとなり、その両面より導電材料130を露出させている。

【0087】そのため、導電材料130は、絶縁性シート面からは露出はしていても、シートの表面上に覆い被さったり、導電材料130上にシートが覆い被さったりさせることは、鑄造時に隣接する導電材料間が短絡することや、ベースシート側と開口側とが狭く中が広い開口径を持つ格子状の畝の製造が難しいことから、困難である。

【0088】よって、導電材料130のシート131への保持は、シート側壁の摩擦力だけで行わざるを得ず、異方性導電シート131の搬送及び配置時の振動等により、容易に導電材料が脱落する。

【0089】従って、電極108上に確実に導電材料1

30を配置することが難しく、接続不良を発生させる問題点がある。この発明は、上述した事情に鑑みてなされたもので、この発明の第1の目的は、電気回路素子と電気回路基板とを、それぞれの電極部に特殊な追加工を施すことなく、接合性を上げ高接続強度で接続することにより、電気回路部品の高信頼性化を達成することである。

【0090】この発明の第2の目的は、接合性を上げ高接続強度で且つ高密度に接続することにより、電気回路部品の小型化を達成することである。この発明の第3の目的は、接合性を上げ高密度強度で且つ高密度に接続することと、さらなる電気回路部品の小型化を達成することである。

【0091】この発明の第4の目的は、電気回路素子あるいは電気回路基板の電極部に、高い接続安定性を持つ半田バンプを形成することを達成することである。この発明の第5の目的は、電気回路素子あるいは電気回路基板の少なくとも一方に接続することにより、中間での検査を可能とし、更に、高い接続の安定性を持つことにより電気回路部品のより高信頼化、ローコスト化を達成することである。

【0092】この発明の第6の目的は、上述の第5の目的に加えて、更に接続部材を容易に高密度に配置することにより、電気回路部品の小型化を達成することである。この発明の第7の目的は、上述の第5及び第6の目的に加えて、更に接続時の接続部材の位置ずれを防止することにより、電気回路部品のより一層の小型化を達成することである。

【0093】この発明の第8の目的は、電気回路素子と電気回路基板とを、高い接続性を有する部材を用いて一括して接続することにより、作業工程の短縮により、電気回路部品のコストダウンを達成することである。

【0094】この発明の第9の目的は、上述の第8の目的に加えて、更に接続部材の電極上への配置を容易とすることにより、作業性の向上を図り、電気回路部品の小型化とローコスト化とを達成することである。

【0095】この発明の第10の目的は、上述の第8及び第9の目的に加えて、更に接続時の接続部材の位置ずれを防止することにより、高密度に接続し、更なる電気回路部品の小型化を達成することである。

【0096】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、この発明に係る電気回路部品は、請求項1の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、該電気回路素子と接続するための電極部を有する電気回路基板とを備える電気回路部品において、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に介在され、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲導電性の被覆層が設けられた少なくとも1つの導電ボールを具備し、前記導電ボールの導電被覆層には、微細で硬い粒子が一部を露

出する状態で分散され、前記導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、該電気回路素子の電極部と該導電ボールの被覆層との間、及び、該電気回路基板の電極部と該導電ボールの被覆層との間が、電氣的及び機械的に夫々接続されている事を特徴としている。

【0097】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項2の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板とを互いに対向させ、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に少なくとも1以上の導電ボールを介在させて両電極部間を接続した電気回路部品において、前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、電導性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層と、この導電被覆層に一部が露出する状態で分散された微細で硬い粒子とを備え、該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、前記電気回路素子の電極部と前記導電被覆層との間、及び、前記電気回路基板の電極部と前記導電被覆層との間が、夫々金属接合されている事を特徴としている。

【0098】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項3の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板と、前記電気回路素子及び電気回路基板が互いに対向した状態で、夫々の電極部の間に挟持され、該両電極部間を、電氣的及び機械的に接続する少なくとも1以上の導電ボールとを具備し、前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、電導性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層と、この導電被覆層に一部が露出する状態で分散された微細で硬い粒子とを備え、該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、前記電気回路素子の電極部と前記導電被覆層との間、及び、前記電気回路基板の電極部と前記導電被覆層との間が、夫々金属接合されている事を特徴としている。

【0099】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項4の記載によれば、電極部を有する光電変換素子と、該光電変換素子と接続するための電極部を有する電気回路基板とを備える電気回路部品において、前記光電変換素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に介在され、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電性の被覆層が設けられた少なくとも1つの導電ボールを具備し、前記導電ボールの導電被覆層には、微細で硬い粒子が一部を露出する状態で分散され、前記導電ボールは、前記光電変換素子の電極部と前記電気回路基板の

電極部により圧接されて、該光電変換素子の電極部と該導電ボールの被覆層との間、及び、該電気回路基板の電極部と該導電ボールの被覆層との間が、電氣的及び機械的に夫々接続されている事を特徴としている。

【0100】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項5の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板とを互いに対向させ、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に少なくとも1以上の導電ボールを介在させて両電極部間を接続した電気回路部品において、前記電気回路素子は、少なくとも1以上の光電変換素子を有し、前記電気回路基板は、少なくとも一部に透光性を有し、前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、電導性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層と、この導電被覆層に一部が露出する状態で分散された微細で硬い粒子とを備え、該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、前記電気回路素子の電極部と前記導電被覆層との間、及び、前記電気回路基板の電極部と前記導電被覆層との間が、夫々金属接合されている事を特徴としている。

【0101】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項6の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板と、前記電気回路素子及び電気回路基板が互いに対向した状態で、夫々の電極部の間に挟持され、該両電極部間を、電氣的及び機械的に接続する少なくとも1以上の導電ボールとを具備し、前記電気回路素子は、少なくとも1以上の光電変換素子を有し、前記電気回路基板は、少なくとも一部に透光性を有し、前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、電導性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層と、この導電被覆層に一部が露出する状態で分散された微細で硬い粒子とを備え、該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、前記電気回路素子の電極部と前記導電被覆層との間、及び、前記電気回路基板の電極部と前記導電被覆層との間が、夫々金属接合されている事を特徴としている。

【0102】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項7の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、該電気回路素子と接続するための電極部を有する電気回路基板とを備える電気回路部品において、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に介在され、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電性の被覆層が設けられた少なくとも1つの導電ボールと、前記導電ボールを埋設保持する保持シートであっ

て、電気的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より該導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートとを具備し、前記導電ボールの導電被覆層には、微細で硬い粒子が一部を露出する状態で分散され、前記導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、該電気回路素子の電極部と前記保持シートの方の面より突出する該導電ボールの被覆層の一部との間、及び、該電気回路基板の電極部と前記保持シートの他方の面より突出する該導電ボールの被覆層の一部との間が、電気的及び機械的に夫々接続されている事の特徴としている。

【0103】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項8の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板とを互に対向させ、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に少なくとも1以上の導電ボールを介在させて両電極部間を接続した電気回路部品において、前記導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電気的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より該導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートを備え、前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、電導性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層と、この導電被覆層の一部が露出する状態で分散された微細で硬い粒子とを備え、該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、前記電気回路素子の電極部と前記保持シートの方の面より突出した前記導電ボールの前記導電被覆層の部分との間、及び、前記電気回路基板の電極部と前記保持シートの他方の面より突出した該導電ボールの前記導電被覆層の部分との間が、夫々金属接合されている事の特徴としている。

【0104】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項9は、電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板と、前記電気回路素子及び電気回路基板が互に対向した状態で、夫々の電極部の間に挟持され、両電極部間を、電気的及び機械的に接続する少なくとも1以上の導電ボールと、前記導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電気的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より該導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートとを具備し、前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有

するコアと、電導性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層と、この導電被覆層の一部が露出する状態で分散された微細で硬い粒子とを備え、該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、前記電気回路素子の電極部と前記保持シートの方の面より突出した前記導電ボールの前記導電被覆層の部分との間、及び、前記電気回路基板の電極部と前記保持シートの他方の面より突出した該導電ボールの前記導電被覆層の部分との間が、夫々金属接合されている事の特徴としている。

【0105】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項10の記載によれば、電極部を有する光電変換素子と、該光電変換素子と接続するための電極部を有する電気回路基板とを備える電気回路部品において、前記光電変換素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に介在され、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電性の被覆層が設けられた少なくとも1つの導電ボールと、前記導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電気的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より該導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートとを具備し、前記導電ボールの導電被覆層には、微細で硬い粒子が一部を露出する状態で分散され、前記導電ボールは、前記光電変換素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、該光電変換素子の電極部と前記保持シートの方の面より突出する該導電ボールの被覆層の部分との間、及び、該電気回路基板の電極部と前記保持シートの他方の面より突出する該導電ボールの被覆層の部分との間が、電気的及び機械的に夫々接続されている事の特徴としている。

【0106】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項11電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板とを互に対向させ、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に少なくとも1以上の導電ボールを介在させて両電極部間を接続した電気回路部品において、該少なくとも1以上の導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電気的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より前記導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートを備え、前記電気回路素子は、少なくとも1以上の光電変換素子を有し、前記電気回路基板は、少なくとも一部に透光性を有し、前記保持シートは、空気又は封止樹脂よりも低い光透過率を有し、前記光電変換素子に対応する部分に開口部を有するように形成され、前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有する

コアと、電導性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層と、この導電被覆層の一部が露出する状態で分散された微細で硬い粒子とを備え、該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、前記電気回路素子の電極部と前記保持シートの方の面より突出した前記導電ボールの前記導電被覆層の部分との間、及び、前記電気回路基板の電極部と前記保持シートの他方の面より突出した該導電ボールの前記導電被覆層の部分との間が、夫々金属接合されている事の特徴としている。

【0107】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項12の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板と、前記電気回路素子及び電気回路基板が互に対向した状態で、夫々の電極部の間に挟持され、両電極部間を、電氣的及び機械的に接続する少なくとも1以上の導電ボールと、該少なくとも1以上の導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電氣的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より前記導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートとを具備し、前記電気回路素子は、少なくとも1以上の光電変換素子を有し、前記電気回路基板は、少なくとも一部に透光性を有し、前記保持シートは、空気又は封止樹脂よりも低い光透過率を有し、前記光電変換素子に対応する部分に開口部を有するように形成され、前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、電導性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層と、この導電被覆層の一部が露出する状態で分散された微細で硬い粒子とを備え、該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、前記電気回路素子の電極部と前記保持シートの方の面より突出した前記導電ボールの前記導電被覆層の部分との間、及び、前記電気回路基板の電極部と前記保持シートの他方の面より突出した該導電ボールの前記導電被覆層の部分との間が、夫々金属接合されている事の特徴としている。

【0108】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項13の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、該電気回路素子と接続するための電極部を有する電気回路基板とを備える電気回路部品において、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に介在され、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に半田材から形成された導電被覆層が設けられた少なくとも1つの導電ボールを具備し、前記電極は、半田濡れ性の良い金属から形成され、前記導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されると共に加熱されて、該電気回路素子の電極部と

該電気回路基板の電極部との間が、溶融半田を介して電氣的及び機械的に接続されている事の特徴としている。

【0109】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項14の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板とを互に対向させ、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に少なくとも1以上の導電ボールを介在させて両電極部間を接続した電気回路部品において、前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、半田材から形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを備え、前記電極は、半田濡れ性の良い金属から形成され、該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されると共に加熱されて、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間が、溶融半田を介して電氣的及び機械的に接続されている事の特徴としている。

【0110】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項15の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板と、前記電気回路素子及び電気回路基板が互に対向した状態で、夫々の電極部の間に挟持され、該両電極部間を、電氣的及び機械的に接続する少なくとも1以上の導電ボールとを具備し、前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、半田材から形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを備え、前記電極は、半田濡れ性の良い金属から形成され、該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されると共に加熱されて、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間が、溶融半田を介して電氣的及び機械的に接続されている事の特徴としている。

【0111】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項16の記載によれば、電極部を有する光電変換素子と、該光電変換素子と接続するための電極部を有する電気回路基板とを備える電気回路部品において、前記光電変換素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に介在され、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に半田材から形成された導電被覆層が設けられた少なくとも1つの導電ボールを具備し、前記電極は、半田濡れ性の良い金属から形成され、前記導電ボールは、前記光電変換素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されると共に加熱されて、該光電変換素子の電極部と該電気回路基板の電極部との間が、溶融半田を介して電氣的及び機械的に接続されている事の特徴としている。

【0112】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項17の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設け

られた電極部を有する電気回路基板とを互に対向させ、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に少なくとも1以上の導電ボールを介在させて両電極部間を接続した電気回路部品において、前記電気回路素子は、少なくとも1以上の光電変換素子を有し、前記電気回路基板は、少なくとも一部に透光性を有し、前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、半田材から形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを備え、前記電極は、半田濡れ性の良い金属から形成され、該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されると共に加熱されて、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間が、熔融半田を介して電氣的及び機械的に接続されている事の特徴としている。

【0113】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項18の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板と、前記電気回路素子及び電気回路基板が互に対向した状態で、夫々の電極部の間に挟持され、該両電極部間を、電氣的及び機械的に接続する少なくとも1以上の導電ボールとを具備し、前記電気回路素子は、少なくとも1以上の光電変換素子を有し、前記電気回路基板は、少なくとも一部に透光性を有し、前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、半田材から形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを備え、前記電極は、半田濡れ性の良い金属から形成され、該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されると共に加熱されて、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間が、熔融半田を介して電氣的及び機械的に接続されている事の特徴としている。

【0114】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項19の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、該電気回路素子と接続するための電極部を有する電気回路基板とを備える電気回路部品において、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に介在され、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に半田材から形成された導電被覆層が設けられた少なくとも1つの導電ボールと、前記導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電氣的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より該導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートとを具備し、前記電極は、半田濡れ性の良い金属から形成され、前記導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されると共に加熱されて、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の

電極部との間が、熔融半田を介して電氣的及び機械的に接続されている事の特徴としている。

【0115】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項20の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板とを互に対向させ、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に少なくとも1以上の導電ボールを介在させて両電極部間を接続した電気回路部品において、前記導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電氣的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より該導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートを備え、前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、半田材から形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを備え、前記電極は、半田濡れ性の良い金属から形成され、該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されると共に加熱されて、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間が、熔融半田を介して電氣的及び機械的に接続されている事の特徴としている。

【0116】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項21の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板と、前記電気回路素子及び電気回路基板が互に対向した状態で、夫々の電極部の間に挟持され、両電極部間を、電氣的及び機械的に接続する少なくとも1以上の導電ボールと、前記導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電氣的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より該導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートとを具備し、前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、半田材から形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを備え、前記電極は、半田濡れ性の良い金属から形成され、該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されると共に加熱されて、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間が、熔融半田を介して電氣的及び機械的に接続されている事の特徴としている。

【0117】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項22の記載によれば、電極部を有する光電変換素子と、該光電変換素子と接続するための電極部を有する電気回路基板とを備える電気回路部品において、前記光電変換素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に介在され、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に

半田材から形成された導電被覆層が設けられた少なくとも1つの導電ボールと、前記導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電氣的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より該導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートとを具備し、前記電極は、半田濡れ性の良い金属から形成され、前記導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されると共に加熱されて、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間が、熔融半田を介して電氣的及び機械的に接続されている事の特徴としている。

【0118】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項23の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板とを互に対向させ、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に少なくとも1以上の導電ボールを介在させて両電極部間を接続した電気回路部品において、該少なくとも1以上の導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電氣的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より前記導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートを備え、前記電気回路素子は、少なくとも1以上の光電変換素子を有し、前記電気回路基板は、少なくとも一部に透光性を有し、前記保持シートは、空気又は封止樹脂よりも低い光透過率を有し、前記光電変換素子に対応する部分に開口部を有するように形成され、前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、半田材から形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを備え、前記電極は、半田濡れ性の良い金属から形成され、該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されると共に加熱されて、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間が、熔融半田を介して電氣的及び機械的に接続されている事の特徴としている。

【0119】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項24の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、前記電気回路素子の電極部に対応する位置に設けられた電極部を有する電気回路基板と、前記電気回路素子及び電気回路基板が互に対向した状態で、夫々の電極部の間に挟持され、両電極部間を、電氣的及び機械的に接続する少なくとも1以上の導電ボールと、該少なくとも1以上の導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電氣的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より前記導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートとを具備し、前記電

気回路素子は、少なくとも1以上の光電変換素子を有し、前記電気回路基板は、少なくとも一部に透光性を有し、前記保持シートは、空気又は封止樹脂よりも低い光透過率を有し、前記光電変換素子に対応する部分に開口部を有するように形成され、前記導電ボールは、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、半田材から形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを備え、前記電極は、半田濡れ性の良い金属から形成され、該導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されると共に加熱されて、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間が、熔融半田を介して電氣的及び機械的に接続されている事の特徴としている。

【0120】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項25の記載によれば、前記導電ボールにより接続される電極部間の距離が、前記コアの直径と実質的に等しい距離であることを特徴としている。また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項26の記載によれば、前記導電被覆層の外周面は、滑らかな曲面状に形成されていることを特徴としている。

【0121】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項27の記載によれば、前記コアの外周面は、滑らかな曲面状に形成されていることを特徴としている。また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項28の記載によれば、前記導電被覆層の外周面は、凸凹状に形成されている事の特徴としている。

【0122】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項29の記載によれば、前記導電被覆層の内周面は、凸凹状に形成されていることを特徴としている。また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項30の記載によれば、前記コアの外周面は、凸凹状に形成されていることを特徴としている。

【0123】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項31の記載によれば、前記両電極部間には、複数の導電ボールが介設されている事の特徴としている。また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項32の記載によれば、前記基板と素子との間は、樹脂封止されている事の特徴としている。

【0124】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項33の記載によれば、前記保持シートには、ノッチ及び／又はスリットが形成されており、引き裂き可能になされていることを特徴としている。

【0125】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項34の記載によれば、前記導電被覆層は、電気抵抗率が 1.6×10^{-8} 乃至 $1.0 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ の物質から形成されていることを特徴としている。また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項35の記載によれば、前記導電被覆層は、その膜厚を1乃至 $50 \mu m$ に設定されていることを特徴としている。

【0126】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項36の記載によれば、前記導電被覆層は、その膜厚を3乃至20 μm に設定されていることを特徴としている。また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項37の記載によれば、前記コアは、その直径を3乃至500 μm に設定されていることを特徴としている。

【0127】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項38の記載によれば、前記コアは、その直径を10乃至200 μm に設定されていることを特徴としている。また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項39の記載によれば、前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その直径の変位量が5%以下となるような剛性を有している事の特徴としている。

【0128】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項40の記載によれば、前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その直径の変位量が1%以下となるような剛性を有している事の特徴としている。また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項41の記載によれば、前記導電被覆層の凸凹の大きさが、 R_{max} で接続される電極の膜厚の10%以上であり、導電被覆層の膜厚の2倍以下であることを特徴としている。

【0129】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項42の記載によれば、前記粒子は、微細で硬い金属材料はまた無機材料から形成されていることを特徴としている。

【0130】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項43の記載によれば、前記粒子の大きさは、前記電極の厚さの10分の1よりも大きく、前記導電被覆層の厚さと該電極の厚さの合計よりも小さく設定されている事の特徴としている。

【0131】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項44の記載によれば、前記粒子の大きさは、前記電極の厚さの10分の1よりも大きく、前記導電被覆層の厚さと該電極の厚さの合計の半分よりも小さく設定されている事の特徴としている。

【0132】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項45の記載によれば、前記粒子は、前記導電被覆層の全周に渡り一部露出した状態で埋設されていることを特徴としている。また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項46の記載によれば、前記粒子は、前記導電被覆層の、対応する電極が接続される部分にのみ一部露出した状態で埋設されている事の特徴としている。

【0133】また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項47の記載によれば、前記粒子は、前記導電被覆層の表面に、一部露出した状態で埋設されていることを特徴としている。また、この発明に係わる電気回路部品は、請求項48の記載によれば、前記粒子は、前記導電被覆層の表面に一部露出した状態で埋設されると共に、

内部に、全く露出しない状態で埋設されている事の特徴としている。

【0134】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項49の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と前記電気回路素子と接続するための電極部を有した電気回路基板を備えた電気回路部品の製造方法において、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電被覆層を備えると共に、該導電被覆層に微細で硬い粒子が一部を露出する状態で分散された導電ボールを、少なくとも1以上、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に介在させる第1の工程と、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部とにより、前記導電ボールを加圧する第2の工程と、前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第3の工程と、前記加圧及び加熱により、前記電気回路素子の電極部及び前記導電ボール間の導電被覆層と、前記電気回路基板の電極部及び前記導電ボール間の導電被覆層とを夫々移動させて、前記コアと両電極部とを接触させる第4の工程と、前記導電被覆層を冷却して、前記コアと両電極部との接触を維持させて前記導電被覆層及び両電極部を金属接合させる第5の工程とを具備することを特徴としている。

【0135】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項50の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と前記電気回路素子と接続するための電極部を有した電気回路基板を備えた電気回路部品の製造方法において、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電被覆層を備えると共に、該導電被覆層に微細で硬い粒子が一部を露出する状態で分散された導電ボールを、前記電気回路素子の電極部及び前記電気回路基板の電極部の一方の上に少なくとも1以上載置させる第1の工程と、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部の他方を、前記導電ボール上に重ねさせ、該導電ボールを両電極により挟持させる第2の工程と、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部とにより、前記導電ボールを加圧する第3の工程と、前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第4の工程と、前記加圧及び加熱により、前記電気回路素子の電極部と前記導電ボールとの間の導電被覆層と、前記電気回路基板の電極部と前記導電ボールとの間の導電被覆層とを夫々移動させて、前記コアと両電極部とを接触させる第5の工程と、前記導電被覆層を冷却して、前記コアと両電極部との接触を維持させて前記導電被覆層及び両電極部を金属接合させる第6の工程とを具備することを特徴としている。

【0136】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項51の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と前記電気回路素子と接続するための電極部を有した電気回路基板を備えた電気回路部品の製造方法において、前記電気回路素子及び電気回路基板の一方

の上に、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電被覆層を備えと共に、該導電被覆層に微細で硬い粒子が一部を露出する状態で分散された導電ボールの直径よりも薄く形成され、前記電極に対応した位置に開口が形成されたマスク部材を、該開口が該電極に対応する状態で載置する第1の工程と、前記マスク部材の開口内に、前記導電ボールを収納して、該導電ボールを、前記電気回路素子及び電気回路基板の電極部の一方の上に少なくとも1以上載置させる第2の工程と、前記電気回路素子及び電気回路基板の他方を、これの電極部が前記導電ボール上に重なるように載置して、該導電ボールを両電極により挟持させる第3の工程と、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部とにより、前記導電ボールを加圧する第4の工程と、前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第5の工程と、前記加圧及び加熱により、前記電気回路素子の電極部及び前記導電ボール間の導電被覆層と、前記電気回路基板の電極部及び前記導電ボール間の導電被覆層とを夫々移動させて、前記コアと両電極部とを接触させる第6の工程と、前記導電被覆層を冷却して、前記コアと両電極部との接触を維持させて前記導電被覆層及び両電極部を金属接合させる第7の工程と、前記マスク部材を取り除く第8の工程とを具備することを特徴としている。

【0137】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項52の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と前記電気回路素子と接続するための電極部を有した電気回路基板を備えた電気回路部品の製造方法において、前記電気回路素子及び電気回路基板の一方の上に、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電被覆層を備えと共に、該導電被覆層に微細で硬い粒子が一部を露出する状態で分散された導電ボールの直径よりも薄く形成され、前記電極に対応した位置に第1の開口が形成された第1のマスク部材を、該開口が該電極に対応する状態で載置する第1の工程と、この第1のマスク部材上に、該第1のマスク部材との合計の厚さが、前記導電ボールの直径の1.5倍よりも薄くなるように形成されると共に、前記電極に対応した位置に第2の開口が形成された第2のマスク部材を、第1及び第2の開口が連通するように重ね合わせる第2の工程と、前記第1及び第2のマスク部材の第1及び第2の開口内に、前記導電ボールを収納して、該導電ボールを、前記電気回路素子及び電気回路基板の電極部の一方の上に少なくとも1以上載置させる第3の工程と、前記第2のマスク部材を取り除く第4の工程と、前記電気回路素子及び電気回路基板の他方を、これの電極部が前記導電ボール上に重なるように載置して、該導電ボールを両電極により挟持させる第5の工程と、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部とにより、前記導電ボールを加圧する第6の工程と、前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第7の工程と、前記加圧及び加熱に

より、前記電気回路素子の電極部及び前記導電ボール間の導電被覆層と、前記電気回路基板の電極部及び前記導電ボール間の導電被覆層とを夫々移動させて、前記コアと両電極部とを接触させる第8の工程と、前記導電被覆層を冷却して、前記コアと両電極部との接触を維持させて前記導電被覆層及び両電極部を金属接合させる第9の工程と、前記第1のマスク部材を取り除く第10の工程とを具備することを特徴としている。

【0138】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項53の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と前記電気回路素子と接続するための電極部を有した電気回路基板を備えた電気回路部品の製造方法において、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電被覆層を備えと共に、該導電被覆層に微細で硬い粒子が一部を露出する状態で分散された導電ボールと、前記電気回路素子の電極部及び前記電気回路基板の電極部の一方とを接触させる第1の工程と、前記一方の電極部と、前記導電ボールとを互に加圧する第2の工程と、前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第3の工程と、前記加圧及び加熱により、前記一方の電極部と前記導電ボールとの間の導電被覆層を移動させて、前記コアと前記一方の電極部とを接触させる第4の工程と、前記導電被覆層を冷却して、前記コアと前記一方の電極部との接触を維持させて、該導電被覆層及び該一方の電極部を金属化又は合金化させる第5の工程と、前記一方の電極部に接続された導電ボールと、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部の他方とを接触させ、該導電ボールを両電極により挟持させる第6の工程と、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部とにより、前記導電ボールを加圧する第7の工程と、前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第8の工程と、前記加圧及び加熱により、前記他方の電極部と前記導電ボールとの間の導電被覆層を移動させて、前記コアと該他方の電極部とを接触させる第9の工程と、前記導電被覆層を冷却して、前記コアと前記他方の電極部との接触を維持させて前記導電被覆層及び該他方の電極部を金属接合させる第10の工程とを具備することを特徴としている。

【0139】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項54の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と前記電気回路素子と接続するための電極部を有した電気回路基板を備えた電気回路部品の製造方法において、前記電極に対応した凹部を上面に有する型の、前記凹部内に、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電被覆層を備えと共に、該導電被覆層に微細で硬い粒子が一部を露出する状態で分散された導電ボールを一部突出した状態で収納する第1の工程と、前記導電ボールと、前記電気回路素子の電極部及び前記電気回路基板の電極部の一方とを接触させる第2の工程と、前記一方の電極部と前記凹部とにより、前記導電ボールを

加圧する第3の工程と、前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第4の工程と、前記加圧及び加熱により、前記一方の電極部と前記導電ボールとの間の導電被覆層を移動させて、前記コアと前記一方の電極部とを接触させる第5の工程と、前記導電被覆層を冷却して、前記コアと前記一方の電極部との接触を維持させて、該導電被覆層及び該一方の電極部を金属化又は合金化させる第6の工程と、前記型から、前記導電ボールが接続された前記電気回路素子及び電気回路基板の一方を取り出す第7の工程と、前記一方の電極に接続された導電ボールと、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部の他方を接触させ、該導電ボールを両電極により挟持させる第8の工程と、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部とにより、前記導電ボールを加圧する第9の工程と、前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第10の工程と、前記加圧及び加熱により、前記他方の電極部と前記導電ボールとの間の導電被覆層を移動させて、前記コアと該他方の電極部とを接触させる第11の工程と、前記導電被覆層を冷却して、前記コアと前記他方の電極部との接触を維持させて前記導電被覆層及び該他方の電極部を金属接合させる第12の工程とを具備することを特徴としている。

【0140】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項55の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と前記電気回路素子と接続するための電極部を有した電気回路基板を備えた電気回路部品の製造方法において、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に半田材から形成された導電被覆層を備える導電ボールを、少なくとも1以上、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部との間に介在させる第1の工程と、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部とにより、前記導電ボールを加圧する第2の工程と、前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第3の工程と、前記加圧及び加熱により、前記コアと前記電気回路素子の電極部及び前記電気回路基板の電極部とを夫々接触させる第4の工程と、前記導電被覆層を冷却して、前記コアと両電極部との接触を維持させると共に、前記両電極部を溶融半田を介して電氣的及び機械的に接続させる第5の工程とを具備することを特徴としている。

【0141】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項56の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と前記電気回路素子と接続するための電極部を有した電気回路基板を備えた電気回路部品の製造方法において、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に半田材から形成された導電被覆層を備える導電ボールを、前記電気回路素子の電極部及び前記電気回路基板の電極部の一方の上に少なくとも1以上載置させる第1の工程と、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板

の電極部の他方を、前記導電ボール上に重ねさせ、該導電ボールを両電極により挟持させる第2の工程と、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部とにより、前記導電ボールを加圧する第3の工程と、前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第4の工程と、前記加圧及び加熱により、前記コアと前記電気回路素子の電極部及び前記電気回路基板の電極部とを夫々接触させる第5の工程と、前記導電被覆層を冷却して、前記コアと両電極部との接触を維持させると共に、前記両電極部を溶融半田を介して電氣的及び機械的に接続させる第6の工程とを具備することを特徴としている。

【0142】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項57の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と前記電気回路素子と接続するための電極部を有した電気回路基板を備えた電気回路部品の製造方法において、前記電気回路素子及び電気回路基板の一方の上に、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に半田材から形成された導電被覆層を備える導電ボールの直径よりも薄く形成され、前記電極に対応した位置に開口が形成されたマスク部材を、該開口が該電極に対応する状態で載置する第1の工程と、前記マスク部材の開口内に、前記導電ボールを収納して、該導電ボールを、前記電気回路素子及び電気回路基板の電極部の一方の上に少なくとも1以上載置させる第2の工程と、前記電気回路素子及び電気回路基板の他方を、これの電極部が前記導電ボール上に重なるように載置して、該導電ボールを両電極により挟持させる第3の工程と、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部とにより、前記導電ボールを加圧する第4の工程と、前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第5の工程と、前記加圧及び加熱により、前記コアと前記電気回路素子の電極部及び前記電気回路基板の電極部とを夫々接触させる第6の工程と、前記導電被覆層を冷却して、前記コアと両電極部との接触を維持させると共に、前記両電極部を溶融半田を介して電氣的及び機械的に接続させる第7の工程と、前記マスク部材を取り除く第8の工程とを具備することを特徴としている。

【0143】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項58の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と前記電気回路素子と接続するための電極部を有した電気回路基板を備えた電気回路部品の製造方法において、前記電気回路素子及び電気回路基板の一方の上に、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に半田材から形成される導電被覆層を備える導電ボールの直径よりも薄く形成され、前記電極に対応した位置に第1の開口が形成された第1のマスク部材を、該開口が該電極に対応する状態で載置する第1の工程と、この第1のマスク部材上に、該第1のマスク部材との合計の厚さが、前記導電ボールの直径の1.5倍よりも薄くなるように形成されると共に、前記電極に対応した位置に第2の開

口が形成された第2のマスク部材を、第1及び第2の開口が連通するように重ね合わせる第2の工程と、前記第1及び第2のマスク部材の第1及び第2の開口内に、前記導電ボールを収納して、該導電ボールを、前記電気回路素子及び電気回路基板の電極部の一方の上に少なくとも1以上載置させる第3の工程と、前記第2のマスク部材を取り除く第4の工程と、前記電気回路素子及び電気回路基板の他方を、これの電極部が前記導電ボール上に重なるように載置して、該導電ボールを両電極により挟持させる第5の工程と、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部とにより、前記導電ボールを加圧する第6の工程と、前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第7の工程と、前記加圧及び加熱により、前記コアと前記電気回路素子の電極部及び前記電気回路基板の電極部とを夫々接触させる第8の工程と、前記導電被覆層を冷却して、前記コアと両電極部との接触を維持させると共に、前記両電極部を熔融半田を介して電氣的及び機械的に接続させる第9の工程と、前記第1のマスク部材を取り除く第10の工程とを具備することを特徴としている。

【0144】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項59の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と前記電気回路素子と接続するための電極部を有した電気回路基板を備えた電気回路部品の製造方法において、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に半田材から形成された導電被覆層を備える導電ボールと、前記電気回路素子の電極部及び前記電気回路基板の電極部の一方とを接触させる第1の工程と、前記一方の電極部と、前記導電ボールとを互いに加圧する第2の工程と、前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第3の工程と、前記加圧及び加熱により、前記一方の電極部と前記導電ボールとを、熔融半田を介して電氣的及び機械的に接続させる第4の工程と、前記導電被覆層を冷却して、前記コアと前記一方の電極部との接触を維持させる第5の工程と、前記一方の電極部に接続された導電ボールと、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部の他方とを接触させ、該導電ボールを両電極により挟持させる第6の工程と、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部とにより、前記導電ボールを加圧する第7の工程と、前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第8の工程と、前記加圧及び加熱により、前記コアと前記電気回路素子の電極部及び前記電気回路基板の電極部とを夫々接触させる第9の工程と、前記導電被覆層を冷却して、前記コアと両電極部との接触を維持させると共に、前記両電極部を熔融半田を介して電氣的及び機械的に接続させる第10の工程とを具備することを特徴としている。

【0145】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項60の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と前記電気回路素子と接続するための電極

部を有した電気回路基板を備えた電気回路部品の製造方法において、前記電極に対応した凹部を上面に有する型の、前記凹部内に、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に半田材から形成された導電被覆層を備える導電ボールを一部突出した状態で収納する第1の工程と、前記導電ボールと、前記電気回路素子の電極部及び前記電気回路基板の電極部の一方とを接触させる第2の工程と、前記一方の電極部と前記凹部とにより、前記導電ボールを加圧する第3の工程と、前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第4の工程と、前記加圧及び加熱により、前記一方の電極部と前記導電ボールとの間を、熔融半田を介して電氣的及び機械的に接続させる第5の工程と、前記導電被覆層を冷却して、前記コアと前記一方の電極部との接触を維持させる第6の工程と、前記型から、前記導電ボールが接続された前記電気回路素子及び電気回路基板の一方を取り出す第7の工程と、前記一方の電極部に接続された導電ボールと、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部の他方とを接触させ、該導電ボールを両電極により挟持させる第8の工程と、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部とにより、前記導電ボールを加圧する第9の工程と、前記導電ボールの導電被覆層を所定温度に加熱させる第10の工程と、前記加圧及び加熱により、前記コアと前記電気回路素子の電極部及び前記電気回路基板の電極部とを夫々接触させる第11の工程と、前記導電被覆層を冷却して、前記コアと両電極部との接触を維持させると共に、前記両電極部を熔融半田を介して電氣的及び機械的に接続させる第12の工程とを具備することを特徴としている。

【0146】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項61の記載によれば、前記電気回路素子は、少なくとも1以上の光電変換素子を備えることを特徴としている。また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項62の記載によれば、前記導電被覆層の外周面は、滑らかな曲面状に形成されていることを特徴としている。

【0147】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項63の記載によれば、前記コアの外周面は、滑らかな曲面状に形成されていることを特徴としている。また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項64の記載によれば、前記導電被覆層の外周面は、凸凹状に形成されている事を特徴としている。

【0148】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項65の記載によれば、前記導電被覆層の内周面は、凸凹状に形成されていることを特徴としている。

【0149】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項66の記載によれば、前記コアの外周面は、凸凹状に形成されていることを特徴としている。また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請

求項67の記載によれば、前記第1の工程において、複数の導電ボールを両電極部間に介設させる事を特徴としている。

【0150】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項68の記載によれば、前記第2の工程において、複数の導電ボールを両電極部間に介設させる事を特徴としている。また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項69の記載によれば、前記第3の工程において、複数の導電ボールを両電極部間に介設させる事を特徴としている。

【0151】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項70の記載によれば、前記第1の工程において、複数の導電ボールを前記一方の電極部に一度に接触させる事を特徴としている。また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項71の記載によれば、前記第1の工程において、複数の導電ボールを前記凹部内に一度に収納する事を特徴としている。

【0152】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項72の記載によれば、前記基板と素子との間を、樹脂により封止する工程を更に具備する事を特徴としている。また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項73の記載によれば、前記マスク部材には、ノッチ及び／又はスリットが形成されており、引き裂き可能になされている事を特徴としている。

【0153】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項74の記載によれば、前記導電被覆層は、電気抵抗率が $1.6E-8$ 乃至 $1.0E-8\Omega\cdot m$ の物質から形成されている事を特徴としている。また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項75の記載によれば、前記導電被覆層は、その膜厚を 1 乃至 $50\mu m$ に設定されている事を特徴としている。

【0154】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項76の記載によれば、前記導電被覆層は、その膜厚を 3 乃至 $20\mu m$ に設定されている事を特徴としている。また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項77の記載によれば、前記コアは、その直径を 3 乃至 $500\mu m$ に設定されている事を特徴としている。

【0155】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項78の記載によれば、前記コアは、その直径を 10 乃至 $200\mu m$ に設定されている事を特徴としている。また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項79の記載によれば、前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その直径の変位量が 1% 以下となるような剛性を有している事を特徴としている。

【0156】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項80の記載によれば、前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その

直径の変位量が 1% 以下となるような剛性を有している事を特徴としている。

【0157】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項81の記載によれば、前記導電被覆層の凸凹の大きさが、 R_{max} で接続される電極の膜厚の 10% 以上であり、導電被覆層の膜厚の 2 倍以下であることを特徴としている。

【0158】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項82の記載によれば、前記第2の工程における前記導電ボールの加圧は、前記電気回路素子と前記電気回路基板とを互いに近接させることにより実行し、該電気回路素子の電極と該電気回路基板の電極との距離が、前記導電ボールのコアの直径と実質的に等しくなった時点で、前記近接動作を停止して、前記加圧動作を終了することを特徴としている。

【0159】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項83の記載によれば、前記第3の工程における前記導電ボールの加圧は、前記電気回路素子と前記電気回路基板とを互いに近接させることにより実行し、該電気回路素子の電極と該電気回路基板の電極との距離が、前記導電ボールのコアの直径と実質的に等しくなった時点で、前記近接動作を停止して、前記加圧動作を終了することを特徴としている。

【0160】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項84の記載によれば、前記第4の工程における前記導電ボールの加圧は、前記電気回路素子と前記電気回路基板とを互いに近接させることにより実行し、該電気回路素子の電極と該電気回路基板の電極との距離が、前記導電ボールのコアの直径と実質的に等しくなった時点で、前記近接動作を停止して、前記加圧動作を終了することを特徴としている。

【0161】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項85の記載によれば、前記第6の工程における前記導電ボールの加圧は、前記電気回路素子と前記電気回路基板とを互いに近接させることにより実行し、該電気回路素子の電極と該電気回路基板の電極との距離が、前記導電ボールのコアの直径と実質的に等しくなった時点で、前記近接動作を停止して、前記加圧動作を終了することを特徴としている。

【0162】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項86の記載によれば、前記第7の工程における前記導電ボールの加圧は、前記電気回路素子と前記電気回路基板とを互いに近接させることにより実行し、該電気回路素子の電極と該電気回路基板の電極との距離が、前記導電ボールのコアの直径と実質的に等しくなった時点で、前記近接動作を停止して、前記加圧動作を終了することを特徴としている。

【0163】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項87の記載によれば、前記第9の工程における前記導電ボールの加圧は、前記電気回路素子と

前記電気回路基板とを互いに近接させることにより実行し、該電気回路素子の電極と該電気回路基板の電極との距離が、前記導電ボールのコアの直径と実質的に等しくなった時点で、前記近接動作を停止して、前記加圧動作を終了することを特徴としている。

【0164】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項88の記載によれば、前記粒子は、微細で硬い金属材料はまた無機材料から形成されていることを特徴としている。また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項89の記載によれば、前記粒子の大きさは、前記電極の厚さの10分の1よりも大きく、前記導電被覆層の厚さと該電極の厚さの合計よりも小さく設定されている事を特徴としている。

【0165】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項90の記載によれば、前記粒子の大きさは、前記電極の厚さの10分の1よりも大きく、前記導電被覆層の厚さと該電極の厚さの合計の半分よりも小さく設定されている事を特徴としている。

【0166】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項91の記載によれば、前記粒子は、前記導電被覆層の全周に渡り一部露出した状態で埋設されていることを特徴としている。また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項92の記載によれば、前記粒子は、前記導電被覆層の、対応する電極が接続される部分にのみ一部露出した状態で埋設されている事を特徴としている。

【0167】また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項93の記載によれば、前記粒子は、前記導電被覆層の表面に、一部露出した状態で埋設されていることを特徴としている。また、この発明に係わる電気回路部品の製造方法は、請求項94の記載によれば、前記粒子は、前記導電被覆層の表面に一部露出した状態で埋設されると共に、内部に、全く露出しない状態で埋設されている事を特徴としている。

【0168】また、この発明に係わる導電ボールは、請求項95の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、電極部を有する電気回路基板との、互いの電極部を接続するための導電ボールにおいて、略ボール形状の剛性を有するコアと、このコアの周囲に被覆された導電性の被覆層と、導電被覆層に一部が露出する状態で分散された微細で硬い粒子とを具備する事を特徴としている。

【0169】また、この発明に係わる導電ボールは、請求項96の記載によれば、前記導電ボールの導電被覆層は、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、該電気回路素子の電極部及び該電気回路基板の電極部の少なくとも一方と電気的及び機械的に接続される事を特徴としている。

【0170】また、この発明に係わる導電ボールは、請求項97の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、電極部を有する電気回路基板との、互いの電極部を

接続するための導電ボールにおいて、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、電導性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層と、導電被覆層に一部が露出する状態で分散された微細で硬い粒子とを具備することを特徴としている。

【0171】また、この発明に係わる導電ボールは、請求項98の記載によれば、前記導電ボールの導電被覆層は、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、前記電気回路素子の電極部及び前記電気回路基板の電極部と、夫々金属接合される事を特徴としている。

【0172】また、この発明に係わる導電ボールは、請求項99の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、電極部を有する電気回路基板との、互いの電極部を接続するための導電ボールにおいて、略ボール形状の剛性を有するコアと、このコアの周囲に被覆され、半田材から形成された導電被覆層とを具備する事を特徴としている。

【0173】また、この発明に係わる導電ボールは、請求項100の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、電極部を有する電気回路基板との、互いの電極部を接続するための導電ボールにおいて、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、半田材から形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを具備することを特徴としている。

【0174】また、この発明に係わる導電ボールは、請求項101の記載によれば、前記導電ボールの導電被覆層は、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部とに挟持された状態で加熱される事により溶融されて、該電気回路素子の電極部及び該電気回路基板の電極部を電気的及び機械的に接続する事を特徴としている。

【0175】また、この発明に係わる導電ボールは、請求項102の記載によれば、前記導電被覆層の外周面は、滑らかな曲面状に形成されていることを特徴としている。

【0176】また、この発明に係わる導電ボールは、請求項103の記載によれば、前記コアの外周面は、滑らかな曲面状に形成されていることを特徴としている。また、この発明に係わる導電ボールは、請求項104の記載によれば、前記導電被覆層の外周面は、凸凹状に形成されている事を特徴としている。

【0177】また、この発明に係わる導電ボールは、請求項105の記載によれば、前記導電被覆層の内周面は、凸凹状に形成されていることを特徴としている。また、この発明に係わる導電ボールは、請求項106の記載によれば、前記コアの外周面は、凸凹状に形成されていることを特徴としている。

【0178】また、この発明に係わる導電ボールは、請求項107の記載によれば、前記導電被覆層は、電気抵抗率が 1.6×10^{-8} 乃至 $1.0 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ の物質から形成されていることを特徴としている。また、この発明に係わる導電ボールは、請求項108の記載によれば、前記導電被覆層は、その膜厚を1乃至 $50 \mu m$ に設定されていることを特徴としている。

【0179】また、この発明に係わる導電ボールは、請求項109の記載によれば、前記導電被覆層は、その膜厚を3乃至 $20 \mu m$ に設定されていることを特徴としている。また、この発明に係わる導電ボールは、請求項110の記載によれば、前記コアは、その直径を3乃至 $500 \mu m$ に設定されていることを特徴としている。

【0180】また、この発明に係わる導電ボールは、請求項111の記載によれば、前記コアは、その直径を10乃至 $200 \mu m$ に設定されていることを特徴としている。また、この発明に係わる導電ボールは、請求項112の記載によれば、前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その直径の変位量が5%以下となるような剛性を有している事を特徴としている。

【0181】また、この発明に係わる導電ボールは、請求項113の記載によれば、前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その直径の変位量が1%以下となるような剛性を有している事を特徴としている。また、この発明に係わる導電ボールは、請求項114の記載によれば、前記導電被覆層の凸凹の大きさが、 R_{max} で接続される電極の膜厚の10%以上であり、導電被覆層の膜厚の2倍以下であることを特徴としている。

【0182】また、この発明に係わる導電ボールは、請求項115の記載によれば、前記粒子は、微細で硬い金属材料はまた無機材料から形成されていることを特徴としている。また、この発明に係わる導電ボールは、請求項116の記載によれば、前記粒子の大きさは、前記電極の厚さの10分の1よりも大きく、前記導電被覆層の厚さと該電極の厚さの合計よりも小さく設定されている事を特徴としている。

【0183】また、この発明に係わる導電ボールは、請求項117の記載によれば、前記粒子の大きさは、前記電極の厚さの10分の1よりも大きく、前記導電被覆層の厚さと該電極の厚さの合計の半分よりも小さく設定されている事を特徴としている。また、この発明に係わる導電ボールは、請求項118の記載によれば、前記粒子は、前記導電被覆層の全周に渡り一部露出した状態で埋設されていることを特徴としている。

【0184】また、この発明に係わる導電ボールは、請求項119の記載によれば、前記粒子は、前記導電被覆層の、対応する電極が接続される部分にのみ一部露出した状態で埋設されている事を特徴としている。

【0185】また、この発明に係わる導電ボールは、請求項120の記載によれば、前記粒子は、前記導電被覆層の表面に、一部露出した状態で埋設されていることを特徴としている。

【0186】また、この発明に係わる導電ボールは、請求項121の記載によれば、前記粒子は、前記導電被覆層の表面に一部露出した状態で埋設されると共に、内部に、全く露出しない状態で埋設されている事を特徴としている。

【0187】また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項122の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、電極部を有する電気回路基板との、互いの電極部を接続するために用いられる導電接続部材において、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電被覆層が設けられると共に、該導電被覆層の一部が露出する状態で微細で硬い粒子が分散された少なくとも1つの導電ボールと、前記導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電氣的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より該導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートとを具備することを特徴としている。

【0188】また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項123の記載によれば、前記導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、該電気回路素子の電極部と前記保持シートの一方の面より突出する該導電ボールの被覆層の部分との間、及び、該電気回路基板の電極部と前記保持シートの他方の面より突出する該導電ボールの被覆層の部分との間が電氣的及び機械的に接続される事を特徴としている。

【0189】また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項124の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、電極部を有する電気回路基板との、互いの電極部を接続するために用いられる導電接続部材において、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、導電性を有した材料により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層と、導電被覆層の一部が露出する状態で分散された微細で硬い粒子とを備える導電ボールと、前記導電ボールを少なくとも1以上埋設保持する保持シートであって、電氣的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より該導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートとを具備することを特徴としている。

【0190】また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項125の記載によれば、前記導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されて、該電気回路素子の電極部と前記保持シ

トの一方の面より突出する該導電ボールの被覆層の部分との間、及び、該電気回路基板の電極部と前記保持シート他方の面より突出する該導電ボールの被覆層の部分との間が、電氣的及び機械的に夫々接続される事を特徴としている。

【0191】また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項126の記載によれば、前記導電ボールの導電被覆層は、前記電気回路素子の電極部及び前記電気回路基板の電極部と、夫々金属接合される事を特徴としている。

【0192】また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項127の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、電極部を有する電気回路基板との、互いの電極部を接続するために用いられる導電接続部材において、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に、半田材から形成された導電被覆層が設けられた少なくとも1つの導電ボールと、前記導電ボールを埋設保持する保持シートであって、電氣的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より該導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートとを具備することを特徴としている。

【0193】また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項128の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、電極部を有する電気回路基板との、互いの電極部を接続するために用いられる導電接続部材において、剛性の高い金属材料及び無機材料の少なくとも一方からなる略球状の形状を有するコアと、半田材により形成され、上記コアの周囲に被覆される導電被覆層とを有する導電ボールと、前記導電ボールを少なくとも1以上埋設保持する保持シートであって、電氣的絶縁性を有する材料から形成され、一方の面より該導電ボールの一部が突出して露出し、他方の面から該導電ボールの一部が突出して露出するように、該導電ボールを保持する保持シートとを具備することを特徴としている。

【0194】また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項129の記載によれば、前記導電ボールは、前記電気回路素子の電極部と前記電気回路基板の電極部により圧接されると共に加熱されて、該電気回路素子の電極部と該電気回路基板の電極部との間は、溶融半田を介して電氣的及び機械的に接続する事を特徴としている。

【0195】また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項130の記載によれば、前記導電被覆層の外周面は、滑らかな曲面状に形成されていることを特徴としている。

【0196】また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項131の記載によれば、前記コアの外周面は、滑らかな曲面状に形成されていることを特徴としている。また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項132の記載によれば、前記導電被覆層の外周面は、凸凹状に

形成されている事を特徴としている。

【0197】また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項133の記載によれば、前記導電被覆層の内周面は、凸凹状に形成されていることを特徴としている。また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項134の記載によれば、前記コアの外周面は、凸凹状に形成されていることを特徴としている。

【0198】また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項135の記載によれば、前記導電被覆層は、電気抵抗率が 1.6×10^{-8} 乃至 $1.0 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ の物質から形成されていることを特徴としている。また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項136の記載によれば、前記導電被覆層は、その膜厚を1乃至 $50 \mu m$ に設定されていることを特徴としている。

【0199】また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項137の記載によれば、前記導電被覆層は、その膜厚を3乃至 $20 \mu m$ に設定されていることを特徴としている。また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項138の記載によれば、前記コアは、その直径を3乃至 $500 \mu m$ に設定されていることを特徴としている。

【0200】また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項139の記載によれば、前記コアは、その直径を10乃至 $200 \mu m$ に設定されていることを特徴としている。また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項140の記載によれば、前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その直径の変位量が5%以下となるような剛性を有している事を特徴としている。

【0201】また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項141の記載によれば、前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その直径の変位量が1%以下となるような剛性を有している事を特徴としている。また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項142の記載によれば、前記導電被覆層の凸凹の大きさが、 R_{max} で接続される電極の膜厚の10%以上であり、導電被覆層の膜厚の2倍以下であることを特徴としている。

【0202】また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項143の記載によれば、前記粒子は、微細で硬い金属材料はまた無機材料から形成されていることを特徴としている。また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項144の記載によれば、前記粒子の大きさは、前記電極の厚さの10分の1よりも大きく、前記導電被覆層の厚さと該電極の厚さの合計よりも小さく設定されている事を特徴としている。

【0203】また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項145の記載によれば、前記粒子の大きさは、前記電極の厚さの10分の1よりも大きく、前記導電被覆層の厚さと該電極の厚さの合計の半分よりも小さく設定されている事を特徴としている。また、この発明に係わ

る導電接続部材は、請求項146の記載によれば、前記粒子は、前記導電被覆層の全周に渡り一部露出した状態で埋設されていることを特徴としている。

【0204】また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項147の記載によれば、前記粒子は、前記導電被覆層の、対応する電極が接続される部分にのみ一部露出した状態で埋設されている事を特徴としている。

【0205】また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項148の記載によれば、前記粒子は、前記導電被覆層の表面に、一部露出した状態で埋設されていることを特徴としている。

【0206】また、この発明に係わる導電接続部材は、請求項149の記載によれば、前記粒子は、前記導電被覆層の表面に一部露出した状態で埋設されると共に、内部に、全く露出しない状態で埋設されている事を特徴としている。

【0207】また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項150の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、電極部を有する電気回路基板との、互いの電極部を接続するために用いられる導電接続部材の製造方法において、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電被覆層が設けられると共に、該導電被覆層の一部が露出した状態で微細で硬い粒子が分散された少なくとも1つの導電ボールを、下型及び上型を両者が所定間隔だけ離間した状態で挟持する第1の工程と、前記下型及び上型の間に、合成樹脂を充填する第2の工程と、前記下型及び上型から成形材を離型させる第3の工程と、離型した成形材の上下両面をエッチングして、合成樹脂製の保持シートの上下面から、前記導電ボールの上部及び下部が夫々突出して露出させる第4の工程とを具備することを特徴としている。

【0208】また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項151の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、電極部を有する電気回路基板との、互いの電極部を接続するために用いられる導電接続部材の製造方法において、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に導電被覆層が設けられると共に、該導電被覆層の一部が露出した状態で微細で硬い粒子が分散された少なくとも1つの導電ボールの下部を下型の第1の凹所内に載置する第1の工程と、前記下型の第1の凹所に対応した第2の凹所が形成された上型を、この第2の凹所内に前記導電ボールの上部が収納されるように被せる第2の工程と、前記下型及び上型の間に、合成樹脂を充填する第3の工程と、前記下型及び上型から成形材を離型させる第4の工程と、離型した成形材の上下両面をエッチングして、合成樹脂製の保持シートの上下面から、前記導電ボールの上部及び下部が夫々突出して露出させる第5の工程とを具備することを特徴としている。

【0209】また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項152の記載によれば、電極部を有す

る電気回路素子と、電極部を有する電気回路基板との、互いの電極部を接続するために用いられる導電接続部材の製造方法において、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に半田材から形成された導電被覆層が設けられた少なくとも1つの導電ボールを、下型及び上型を両者が所定間隔だけ離間した状態で挟持する第1の工程と、前記下型及び上型の間に、合成樹脂を充填する第2の工程と、前記下型及び上型から成形材を離型させる第3の工程と、離型した成形材の上下両面をエッチングして、合成樹脂製の保持シートの上下面から、前記導電ボールの上部及び下部が夫々突出して露出させる第4の工程とを具備することを特徴としている。

【0210】また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項153の記載によれば、電極部を有する電気回路素子と、電極部を有する電気回路基板との、互いの電極部を接続するために用いられる導電接続部材の製造方法において、略ボール形状の剛性を有するコアの周囲に半田材から形成された導電被覆層が設けられた少なくとも1つの導電ボールの下部を下型の第1の凹所内に載置する第1の工程と、前記下型の第1の凹所に対応した第2の凹所が形成された上型を、この第2の凹所内に前記導電ボールの上部が収納されるように被せる第2の工程と、前記下型及び上型の間に、合成樹脂を充填する第3の工程と、前記下型及び上型から成形材を離型させる第4の工程と、離型した成形材の上下両面をエッチングして、合成樹脂製の保持シートの上下面から、前記導電ボールの上部及び下部が夫々突出して露出させる第5の工程とを具備することを特徴としている。

【0211】また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項154の記載によれば、前記第1及び第2の凹部は、前記導電ボールの半径よりも小さい深さを有するように形成されていることを特徴としている。

【0212】また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項155の記載によれば、前記導電被覆層の外周面は、滑らかな曲面状に形成されていることを特徴としている。また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項156の記載によれば、前記コアの外周面は、滑らかな曲面状に形成されていることを特徴としている。

【0213】また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項157の記載によれば、前記導電被覆層の外周面は、凸凹状に形成されている事を特徴としている。また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項158の記載によれば、前記導電被覆層の内周面は、凸凹状に形成されていることを特徴としている。

【0214】また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項159の記載によれば、前記コアの外周面は、凸凹状に形成されていることを特徴としている。また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法

は、請求項160の記載によれば、前記導電被覆層は、電気抵抗率が 1.6×10^{-8} 乃至 $1.0 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ の物質から形成されていることを特徴としている。

【0215】また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項161の記載によれば、前記導電被覆層は、その膜厚を1乃至 $50 \mu\text{m}$ に設定されていることを特徴としている。また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項162の記載によれば、前記導電被覆層は、その膜厚を3乃至 $20 \mu\text{m}$ に設定されていることを特徴としている。

【0216】また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項163の記載によれば、前記コアは、その直径を3乃至 $500 \mu\text{m}$ に設定されていることを特徴としている。また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項164の記載によれば、前記コアは、その直径を10乃至 $200 \mu\text{m}$ に設定されていることを特徴としている。

【0217】また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項165の記載によれば、前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その直径の変位量が5%以下となるような剛性を有していることを特徴としている。また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項166の記載によれば、前記コアは、両電極間での接続に必要な荷重が加えられた場合に、その直径の変位量が1%以下となるような剛性を有していることを特徴としている。

【0218】また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項167の記載によれば、前記導電被覆層の凸凹の大きさが、 R_{max} で接続される電極の膜厚の10%以上であり、導電被覆層の膜厚の2倍以下であることを特徴としている。また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項168の記載によれば、前記粒子は、微細で硬い金属材料または無機材料から形成されていることを特徴としている。

【0219】また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項169の記載によれば、前記粒子の大きさは、前記電極の厚さの10分の1よりも大きく、前記導電被覆層の厚さと該電極の厚さの合計よりも小さく設定されていることを特徴としている。

【0220】また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項170の記載によれば、前記粒子の大きさは、前記電極の厚さの10分の1よりも大きく、前記導電被覆層の厚さと該電極の厚さの合計の半分よりも小さく設定されていることを特徴としている。

【0221】また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項171の記載によれば、前記粒子は、前記導電被覆層の全周に渡り一部露出した状態で埋設されていることを特徴としている。また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項172の記載によれば、前記粒子は、前記導電被覆層の、対応する電極が

接続される部分にのみ一部露出した状態で埋設されていることを特徴としている。

【0222】また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項173の記載によれば、前記粒子は、前記導電被覆層の表面に、一部露出した状態で埋設されていることを特徴としている。

【0223】また、この発明に係わる導電接続部材の製造方法は、請求項174の記載によれば、前記粒子は、前記導電被覆層の表面に一部露出した状態で埋設されると共に、内部に、全く露出しない状態で埋設されていることを特徴としている。以下に、この出願の第1の発明の要旨を、詳細に説明する。

【0224】この発明における電気回路素子としては、例えば、半導体材料に電気回路が形成された半導体素子（ダイオード、IC、LSI等）及びこれらを内蔵したパッケージ等が用いられる。

【0225】半導体パッケージとしては、金属管、セラミック及びプラスチックパッケージ、更に、小型の基板上に少なくとも1以上の半導体素子が接続されたものが挙げられる。

【0226】更に、半導体素子としては、光電変換素子を有するもの（例えば、フォトディテクター、CCD等の受光センサー、LED、LD、面発光LD等の発光素子、及びこれらの複合体）であれば、この発明の効果が顕著に現れる。

【0227】これらの電気回路素子は、いずれも外部との電氣的接続を行う電極部をもっており、その電極部の数及び形状については、この発明では問わない。しかし、その数が多いほどこの発明の効果が顕著となる。また、電極部の存在位置も問わないが、電気回路素子の内部に存在するほど、この発明の効果が顕著となる。

【0228】電気回路基板としては、絶縁性材料あるいは金属表面を絶縁処理した基板上に導電性材料による配線パターンが設けられた、例えば、プリント回路基板、セラミック基板、ガラス基板、メタルコア基板、フレキシブル基板、ガラスエポキシ基板、シリコン基板等があげられる。

【0229】更に、この電気回路基板が光を透過させる部分を有していれば、電気回路素子として受光素子あるいは発光素子と組み合わせ、この発明の効果がより顕著となる。

【0230】そして、配線パターンは、電気回路素子のそれぞれの電極部の配置に対応する位置に接続するための電極部が設けられている。更に、この電極部以外の配線パターン上に絶縁材料からなる保護膜が設けられていても、この発明では問題を生じない。また、電気回路基板がその内部に多層の配線パターンを有していても、この発明では問題としない。

【0231】電気回路素子及び電気回路基板に設けられ

たこれらの電極部は、その電極材が大気中に露出しているため、その電極表面には、電極材の酸化膜及び吸着した汚染物質による汚染皮膜（例えば、ゴミ、有機物、硫化物等）が形成されている。これらの膜は、電子及び原子の移動を妨げる障壁となり、接続材との金属化及びまたは合金化による接続を妨げ、接続不良を発生させるため、接続時に破壊しなければならない。

【0232】しかしながら、この第1の発明では、電気回路素子の電極部と電気回路基板の電極部とを導電ボールを接続材として用いて金属化及びまたは合金化によりそれぞれを接続する。

【0233】接続を行う形態としては、2つある。電気回路素子の電極部と電気回路基板の電極部との間に導電部路を介在させ1度に接続する形態と、いずれか一方の電極部と導電部路を接続した後、他方の電極部と接続する形態である。

【0234】金属化及びまたは合金化による接続とは、金属の融点以下の温度で接合する接続、すなわち、接続時に少なくとも固溶相を有する接合である。接続時の加熱温度としては、100～400℃であり、加熱方法としては公知の方法が使用できる。例えば、熱圧着方法、超音波併用熱圧着方法、高周波加熱方法、誘導加熱方法等が使用できる。

【0235】この第1の発明における導電ボールは、剛性の高い金属材料あるいはまた無機材料の一方または両方からなる略球状の形状を有するコアと、上記コアの周囲を、少なくとも露出する表面が導電性を有した材料により被覆する導電被覆層とにより構成されている。

【0236】コアは、剛性の高い材料からなる。剛性（こわさ）とは、ある物体に荷重Pが加わった場合、その物体の変位する変位量uとすると、 $u = \alpha P$ となる。このように、弾性体では変位量uは荷重Pに比例する。この比例常数 α の逆数（ $1/\alpha$ ）を剛性（こわさ）とよぶ（p. p. 291, 機械用語辞典, (株)コロナ社, 1972年）。つまり、荷重に対して変形する量が小さければ剛性が高い（大きい）ことを意味する。

【0237】この第1の発明における剛性の高さとしては、接続に必要な荷重が加わった際、例えば、弾性体であると仮定すると初期のコア直径寸法に対しその変位量が5%以下しか変形しないことをいう。尚、この発明の場合、このコアの変形が少ないほど好ましく、変位量としては1%以下がより望ましい。

【0238】例えば、コアの直径が $\phi 10 \sim 100 \mu\text{m}$ のとき、接続に必要な1導電ボールあたりの荷重（1g～200g）及び加熱（100～400℃）が加えられた際、初期の形状寸法に対して変形量が1%以下しか変形することのない剛性の高い材料としては、以下のものがある。

【0239】例えば、金属材料としては、炭素鋼、モリブデン鋼、マンガンモリブデン鋼、マンガンモリブデン

ニッケル鋼、ニッケル銅、クロムモリブデン鋼、ニッケルクロムモリブデン鋼、マンガン鋼、マンガンクロム鋼、ステンレス鋼、W、Mo、Ti、Taの1種または2種以上の合金が挙げられる。

【0240】無機材料としては、Si、SiO₂、Al₂O₃、AlN、c-BN、ダイヤモンド、青ガラス（ソーダガラス）、白ガラスやW、Mo、Ti、Ta等の炭化物、窒化物、ホウ化物、ケイ化物等がある。更に、これらの複合体もコアの材料として使用できる。

【0241】コアが金属材料の時には、コアも導電経路とすることができるため、接続抵抗の低減により許容電流を大きくすることができ、コアが、無機材料である時には、電気回路素子及び電気回路基板の熱膨張係数に近い熱膨張係数となることで接続部に係る熱応力の緩和を図ることができる。

【0242】また、コアの形状としては、球が以下の理由により望ましい。（1）平面と常に点接触する。

（2）3次元で対称な形状を持つため、配置する際の制約がない。（3）エッジ部がないため、表面を均一に被覆できる。（4）中央部の断面積が一番大きく、加圧した際に座屈しにくい。

【0243】なお、コアの大きさは、接続される電極部の大きさにより、直径3～500 μm までの任意のサイズを選択することが可能であるが、直径10 μm ～200 μm が半導体素子の電極間ピッチ（80 μm ～300 μm ）の点からより望ましい。

【0244】最少サイズの3 μm は、通常、半導体素子表面を覆っているSiO₂またはSi_xN_{1-x}からなる絶縁層の厚みが約1 μm あり、この厚み分だけ電極面は、最低でも半導体素子表面から落ち込んでいる。そこで、同様の構成からなる回路基板と接合する場合、最低でも半導体素子表面と回路基板表面に1 μm の間隔をあげ、半導体素子とその側端部で短絡することを防ぐ大きさが最小サイズに要求される。上記した数値は、この要求を最低限満足することのできる値である。

【0245】最大サイズの500 μm としては、半導体素子と接続する基板として、プリント基板を用いた場合、容易に配線を形成でき、接続することができる大きさが要求される。上記した数値は、この要求を最低限満足することのできる値である。

【0246】コアの直径のばらつきとしては、通常直径の1%～10%程度のものを、接続する対象にあわせた設計の中で任意に選択して使用する。

【0247】更に、このコアに対してより精度の高い分級を行うことにより、選択されたコアの直径に対し $\pm 1 \mu\text{m}$ ～ $\pm 2 \mu\text{m}$ 以下の非常にシャープな粒度分布を持つコアを実現することができる。

【0248】コアの表面を被覆する導電被覆層は、その導電被覆層表面において電極部と接触し電氣的接続を行うと共に、電極材料と金属化及びまたは合金化して接続

するために、金属材料から形成される。この導電被覆層は、接続時の加圧及び加熱により容易に変形し、その移動に伴う電極との摩擦により、電極表面の自然酸化膜及び汚染皮膜を破壊し、電極の真性面を露出させるため、加圧により容易に変形し易い柔らかい金属が好ましい。

【0249】このような金属材料としては、安定性と柔らかさの点で金が好ましいが、金以外の任意の金属あるいは合金であっても使用することができる。例えば、Cu、Al、In、Sn、Pb、Ag及びこれらを主成分とする合金等があげられる。

【0250】更に、導電被覆層は、複数の層から形成されていても、表面に露出する層が上記の特性を有していればかまわない。例えば、コアとの密着を図るための密着層としてのPd、Ti、Cr、Ni及びこれらを主成分とする合金、更に、密着層と表面に露出する金属層との拡散を防ぐバリア層としてのNi、Pt、AgW、Pd及びこれらを主成分とする合金などが表面露出層以外に設けられていても問題ない。

【0251】これらの材料は、コアの表面に電解あるいは無電解メッキ、あるいは蒸着により設けることで導電被覆層を形成する。それぞれの電極部と接続する部分以外の領域では、コア表面に設けられた導電被覆層に被覆時のばらつきによる多少の欠損部が存在しても、導電経路として接続する電極間が導電可能であれば、問題としない。尚、この導電被覆層の電気抵抗率は、 1.6×10^{-8} 乃至 $10 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ であることが好ましい。

【0252】保持シートの製造方法やコア材によっては、保持シートが接触している導電ボールの部分の導電被覆層の厚みが他より薄くても良いし、なくてもよい。ない場合は、保持シートとコアが接している。この場合、コア材は導電性である必要がある。

【0253】この導電被覆層の厚みとしては、 $1 \mu m \sim 50 \mu m$ までの厚みについて、接続する電極部の構造及び用いるコアの直径、被覆する金属材料との関係により任意に選択することが可能である。半導体素子との接続を行うためには、 $3 \sim 20 \mu m$ 程度が半導体素子の電極部膜厚及び使用するコア直径の点からより望ましい。ただし、その厚みとしては、コア直径のばらつきにより接続した際、半導体素子が傾き、十分な接続が行われなことを防ぐため、コアの直径のばらつき幅より厚いことが接続する上で好ましい。

【0254】ここで、導電被覆層の最小厚みの $1 \mu m$ は、半導体素子の電極部であるアルミ膜厚が通常 $1 \mu m$ 程度であり、金属化及び合金化を行うために、同程度以上の厚みを必要とするために要求される値である。

【0255】一方、導電被覆層の最大厚みの $50 \mu m$ は、コア直径として最大の $500 \mu m$ を用いた場合における電極間距離が長くなっても、導電経路として十分な断面積を持つことにより、通電時の温度上昇を防ぐために要求される値である。

【0256】このように構成される導電ボールは、コアの分級及び必要であれば導電被覆層を形成した後の分級を施すことにより、その形状が極めて均一化されることになり、より好ましい。

【0257】この均一な導電ボールを接続しようとする電極間に挟んで、加圧することで、まず、電極と点接触している導電被覆層の点接触点で大きな圧力が発生し、導電被覆層及び電極が変形を始める。このとき、コアは剛性が高く、これはほとんど変形しないため、加圧力は導電被覆層及び電極の変形に集中して係ることになる。更に、球形状のコアは、電極部を有する平面に対し、常に外側（接触点の周囲）に向かって開いた角度を持っており、加圧された導電被覆層を接触点から外側に向かって移動（排出）させやすい。

【0258】接触点を中心に同心円上に接触面を広げていく導電被覆層と電極の変形過程において、電極表面及び導電被覆層表面に存在する酸化膜、汚染皮膜が変形に伴い破壊され、電極と導電被覆層の真性面とが露出し、互いに接触することになる。

【0259】この状態で、 $100 \sim 400^\circ C$ に加熱することにより、両者の接合部において、固相状態で原子の拡散が起こり、接合部表面に固溶体あるいは金属間化合物よりなる接合層が形成され、電極部と導電被覆層が合金化され接続される。例えば、導電被覆層をなす材料としてAu、電極部をなす材料として通常の半導体素子に用いられているAlをそれぞれ使用した場合、加熱温度は $200 \sim 350^\circ C$ で合金化により、両者は接続されることになる。

【0260】このように、この第1の発明の主たる特徴は、この接続過程において、導電ボールが電極表面の酸化膜及び汚染皮膜をより破壊し、真性面をより広く露出させることにある。その結果、金属化及びまたは合金化による接合性が向上する事になる。

【0261】その具体的な方法としては、導電被覆層に微細で硬い粒子を設け、酸化膜及び汚染皮膜の破壊性を上げることである。微細で硬い粒子は、導電被覆層内部に存在していても良いし、また導電被覆層から露出し突出していても良いし、その両方であっても良い。更に、微細で硬い粒子は、導電被覆層の接続に寄与する領域にのみ存在しても良い。

【0262】導電被覆層が電極表面の酸化膜を破壊する接続過程では、まず、導電被覆層の微細で硬い粒子が、電極表面に大きな力を及ぼすために、酸化膜の破壊が行われる。また、この接続過程において、粒子は、電極との接触点を中心を加圧するため、電極の変形方向はランダムとなる。従って、酸化膜は、より細かく破壊されることになる。

【0263】上述の接続過程で、電極表面に大きな力を及ぼさせるために、粒子の硬さは、電極材及び導電被覆層材より硬いことが望ましい。

【0264】微細で硬い粒子の材料としては、例えば、鉄、炭素鋼、モリブデン鋼、マンガンモリブデン鋼、マンガンモリブデンニッケル鋼、ニッケル鋼、クロムモリブデン鋼、ニッケルクロム鋼、ニッケルクロムモリブデン鋼、マンガン鋼、マンガンクロム鋼、ステンレス鋼、W、Mo、Ti、Taの1種または2種以上の合金である金属材料が挙げられる。

【0265】更に、微細で硬い粒子の材料としては、無機材料としては、Si、SiO₂、AlO₃、AlN、c-BN、ダイヤモンド、青ガラス（ソーダガラス）、白ガラスや、W、Mo、Ti、Ta等の炭化物、窒化物、ホウ化物、ケイ化物等が挙げられる。

【0266】このような微細で硬い粒子は、その大きさにある分布を持つ。そこで、この第1の発明では、微細で硬い粒子の大きさとして最大粒径を用いている。微細で硬い粒子の最大粒径をc、導電被覆層の膜厚をa、電極部の膜厚をbとすると、微細で硬い粒子の大きさとしては、 $b/10 < c < a+b$ がよい。好ましくは、 $b/10 < c < (a+b)/2$ である。

【0267】最大粒径cが、電極部の膜厚bの10%以下となると、微細で硬い粒子による酸化膜を破壊する効果が弱くなる。これは、通常、酸化膜は、電極部の膜厚の数%あることから、安定して破壊できる大きさである。

【0268】逆に、最大粒径cが、導電被覆層の膜厚aと電極部の膜厚bの合計より大きくなると、電極膜と導電被覆層をそれぞれ貫通し、電気回路素子が形成されている基板と電気回路基板とに高圧力を加えて破壊するおそれがある。より好ましくは、粒径の大きな微細で硬い粒子が、接続部に残留した場合、接合面積が低下することを避けるため、導電被覆層の膜厚と電極膜厚との合計の半分以下の最大粒径が望ましい。

【0269】更に、加圧に弱い基板を用いた電気回路素子、例えば、GaAs基板によるLED、面発光LEDやSi基板による歪みゲージ等を接続する場合には、基板に対するダメージを避けるため、電極膜厚以下の最大粒径が好ましい。

【0270】例えば、半導体素子の電極部であるAl電極は、膜厚が約1μmに対し、その表面の酸化膜厚が数百オングストロームであることから、その膜厚1μmの10%=0.1μm以上の粒径を持つものであれば酸化膜破壊の効果が得られる。

【0271】このような半導体素子との接続においては、粒径が0.1~2μm程度がより好ましい。これらの粒子を設ける領域分布については、後述の導電ボールの接触面積のところで述べる。

【0272】導電ボールと電極との接触面積に関しては、次の様になる。即ち、加圧による接続部での導電被覆層の厚みの変化は、接触点からの変形移動に伴い、初期の厚みから徐々に減少し、電極がコアと接触する厚み

ゼロとなるとところまでのいずれかで終了する。そのため、移動した導電被覆層の周辺での盛り上がりを除いた理論上の最大接触領域は、コアの半径をR、導電被覆層の厚みをa、最大接触円半径を r_{max} とすると、導電ボールの断面形状から $r_{max} = \sqrt{QR(a^2 + 2aR)}$ （ここで、 a^2 との表記は、aの2乗を示すものとする。尚、以下、同様）となり、この半径の円が計算上の最大接触面積となる。

【0273】粒子を少なくとも設けるべき導電被覆層表面の接続される領域部分は、この断面形状において、接触点から r_{max} となるまでの円弧上であることがわかる。この領域部分に設けられる粒子の数は、大きさを満たす範囲で多ければ多いほど設けた効果が現れる。更に、この領域部分以外の導電被覆層表面に粒子が設けられても、この発明では問題としない。

【0274】接続する電極間の間隔に関しては、次の様になる。即ち、導電ボールの形状は対称であるため、電気回路素子との接続部と電気回路基板との接続部でのそれぞれの導電被覆層の変形もほぼ対称となる。通常、接続する半導体素子は、複数の電極部を有している。この半導体素子の電極部の数をnとすると、接続に使用される導電ボールの数はn以上となり、これら導電ボールのコアの直径をそれぞれ $d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$ とする。これらのコア直径で最小及び最大のものを d_{min} 、 d_{max} とする。

【0275】接続時の加圧により、これらn個の導電ボールは、上記の様にコアの剛性により導電被覆層が大きく変形移動し、接続部での厚みが減少するため、電気回路素子の電極部と電気回路基板の電極部との間隔は、ほとんど変形しないコアの直径と変形後にコアと電極部間に残るわずかの合金化した接合層の厚みの合計であり、n箇所の各電極間での間隔は、最少の d_{min} から d_{max} 程度であるが、 d_{max} より若干大きくなる場合もある。

【0276】更に、この発明では、導電被覆層表面に粒子を設けたことにより、粒子の大きさが加算される場合がある。従って、この発明における電極間の距離が、コアの約直径とは、上記に示したコアのばらつきと挟まれた粒子の大きさをも含んだものである。

【0277】そのため、コアの形状寸法が高精度であればあるほど、電極間距離も高精度となり、ひいては、半導体素子と基板との間隔が高精度に平行となる。

【0278】この第1の発明では、導電ボールは電気回路素子とは別に製造するため、導電ボールのみを大きさを極めて高精度に分級することもできる。よって、この電気回路素子と電気回路基板の間隔を1~μm以下の精度で高精度に形成することもできる。この結果、この電気回路素子と電気回路基板の間隔を1~2μm以下の精度で高精度に形成することが、可能となる。

【0279】電気回路部品を製造する際、この導電ボールを、電極部に対応する位置に配置する方法としては、

2つの方法がある。

【0280】第1の方法は、1つ1つの導電ボールをピンセット等により電極上に配置する方法である。

【0281】第2の方法は、保持シートを用いる方法で、この場合は、導電ボールが配置される位置で密着してシート材に保持されている。そのため、導電ボールと保持シートとを一体化して取り扱える。更に、この2つの方法の場合、保持シートにより、その位置を保たれたまま導電ボールを接続することで、接続時の導電ボールの位置ズレを防ぐことができる。そこで、第2の方法で使用する保持シートについてより詳しく説明する。

【0282】保持シートは、前もって決められた導電ボールを配置する位置にて、導電ボールがそのシート両面より突出して露出する様に、導電ボールを保持している。この保持シートは、導電ボール側面をシート両面に向かってすばむ形で密着保持しているため、導電ボールがシートから脱落することを防止し、導電ボールと一体化している。更に、導電ボール表面に設けられた突部及び谷部がシートと密着する部分にも存在する場合には、より密着性が高まることになる。

【0283】この保持シートを、電気回路素子あるいは電気回路基板の電極と保持された導電ボールとが対向する様に位置決めした後、電気回路素子あるいは電気回路基板上に配置することで、導電ボールを電極上に配置する。その際、基準となる位置決めピンを治具あるいは、電気回路素子あるいは電気回路基板に設けておき、保持シートには、この位置決めピンが入る穴を設けておけば、より容易に導電ボールを電極上に配置できる。

【0284】保持シートの厚みとしては、 $1\mu\text{m}$ ～ $500\mu\text{m}$ までの任意のサイズを使用することができる。但し、接続する際の導電被覆層材料の電極部との接触面積を広げる方向への変形移動を妨げずに行うため、コアの直径と等しいかそれよりも薄いことが望ましい。そのため、最大厚みは、コアの最大直径と同じになり、また、最小厚みとしては、 $1\mu\text{m}$ 以下の可能であるが、配置時の強度の問題もあり、コアの最小直径と同じとした。

【0285】この第1の発明の場合、保持シートの厚みとしては、 $10\mu\text{m}$ ～ $200\mu\text{m}$ までの厚みが、より望ましい。保持シートの材料としては、電気的絶縁性を有していればその材料は問わない。例えば、絶縁性の樹脂を用いればよい。更に、樹脂を用いる場合にはその樹脂の種類も問わない。熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂のいずれでもよい。例えば、ポリイミド樹脂、ポリフェニレンサルファイド樹脂、ポリエーテルサルフォン樹脂、ポリエーテルイミド樹脂、ポリサルフォン樹脂、シリコン樹脂、フッ素樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリジフェニールエーテル樹脂、ポリベンジリミダゾール樹脂、フェノール樹脂、尿素樹脂、メラミン樹脂、アルキッド樹脂、エポキシ樹脂、ポリアミドイミド樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリ塩化ビニル樹脂、ポリスチレン樹脂そ

他の樹脂を使用することができる。

【0286】更に、これらの樹脂の中から熱伝導の良い樹脂あるいは、熱伝導性の良い無機物（例えば、ダイヤモンド、 c-BN 、 AlN 等）の粉体を混入した樹脂を使用すれば、電気回路素子が熱を持っても、その熱を樹脂を介して放熱することができるのでより好ましい。

【0287】更に、樹脂として電気回路素子あるいは電気回路基板と同じかあるいは同程度の熱膨張係数を有するものを選択すれば、熱膨張・熱収縮に基づく、接続時の導電ボールのわずかの位置ずれをも防止することが可能となり、電気回路部品の信頼性の低下を一層防止することが可能となる。

【0288】電気回路素子として光電変換素子を用いる場合、これらの樹脂材料の光透過率を空気やガラスあるいは光電変換素子の封止用の透明樹脂よりも下げ、光電変換素子の受光部あるいは発光部に相当する部分あるいは光学設計上必要な部分に開口部を設けておけば、不要光をカットし光信号の S/N を向上させることができる。例えば、受光素子表面での反射ゴースト光に対しては、シート材の透過率が10%低いだけでも入射時、反射時と2回シートを通過することにより、19%もゴースト光強度を下げるができる。

【0289】発光素子の場合も同様に、例えばLEDの発光部から射出する光分布で、光学設計上不要な周辺光を保持シート材をスリット、ピンホールの遮光部とすることにより、減衰あるいはカットし、受光素子が光信号を受光する時の S/N の改善を図ることが可能となる。また、導電ボール周囲をこの樹脂が覆っているため、反射率の高い金を用いても導電ボールが反射原因となるゴースト光を抑えることが可能となる。

【0290】接続後、導電ボールを接続した後、保持シートを除去する場合がある。更に、このときには、2つの場合がある。1つは、電気回路素子または電気回路基板のいずれか一方の電極部と接続した後であり、もう1つの場合は、電気回路素子及び電気回路基板の両方の電極部と接続した後である。

【0291】その際、保持シートの除去は、完全に除去しても良いし、一部分、例えば電気回路素子の周辺部近傍のみを除去してもかまわない。除去することにより電気回路素子の大きさより保持シートのはみ出しがなくなり、より小型の電気回路部品を得ることができる。

【0292】接続後除去する場合は、保持シートあるいはマスクシートの材料として、導電材料も使用することができる。例えば、カーボン樹脂、アルミ、リン青銅、ベリリウム銅、42アロイ、ステンレス等。更に、絶縁材料からなる保持シートあるいはマスクシート表面に導電性材料の皮膜を設けても良い。

【0293】導電性の機能を付与することにより、保持シートあるいはマスクシートの一部を接地させておくことにより、接続までの間に蓄積された静電気による電気

回路素子の破壊を防いだり、マスクシートの場合には、更に、導電ボールを配置する際に導電ボールとの摩擦による静電気の発生による、導電ボールの凝集を防止し、配置を確実にできる。

【0294】以上の様に、この第1の発明の主旨は、剛性の高い材料からなる球形状のコアとその周囲を被覆する導電被覆層からなる導電ボールの導電被覆層に微細な硬い粒子を設けることであり、これにより、電気回路素子と電気回路部品の電極部表面に存在する酸化膜あるいは汚染皮膜をより破壊し、より広い真性面を露出させ金属化及びまたは合金化することにより接合強度が増し、接続の信頼性を高めることが可能となる。

【0295】また、配置及び接続時に導電ボールの位置を高精度に保持する保持シートを用いた場合、より高密度の接続が可能となり、接続後、保持シートを除去する場合には、より小型の電気回路部品を得ることができる。

【0296】次に、この出願の第2の発明の主旨を、上述した第1の発明の主旨と異なる点についてのみ、詳細に説明する。

【0297】この第2の発明においては、電極部の大きさとしては、接続中の半田の流れの点から後述の接続に用いる導電ボールの断面積より小さいものが好ましい。さらに、同様の理由により電極部の形状としては、対象形状である正多角形又は円形が好ましい。

【0298】また、電極部の存在位置も問わないが、電気回路素子の内部に存在するほど、この第2の発明の効果が顕著となる。

【0299】電極部の構造としては、半田による接続を行うため、電極部は少なくとも表層は、ぬれ性の良い材料である必要がある。ぬれ性の良い材料としては、例えば、Cu、Ni、Sn、Pb、Ag、PbSn、黄銅、青銅等である。例えば半導体チップの場合、通常使用アルミ電極は半田に対してぬれ性が悪いので、その上にこれらの金属を設ける。さらに、これらの材料を多層に設けても良い。例えば、Cu上にPbSn、Ni/Cu、Ni/Cu/PbSnといった組み合わせを用いる場合もある。

【0300】また、電極部の大きさとしては、電気回路素子と同様に接続時の半田の流れの点から後述の接続に用いる導電ボールの断面より小さいものが好ましく、電極部の形状としては、対象形状である正多角形又は円形が好ましい。また、電極部の構造は、電気回路素子と同様に、少なくとも表層は、半田ぬれ性の良い金属で構成される。

【0301】さらに、この電極部以外の配線パターン上に絶縁材料からなる保護膜が設けられていてもこの第2の発明では問題を生じない。また、電気回路基板がその内部に多層の配線パターンを有していても、この第2の発明では問題としない。

【0302】この第2の発明では、電気回路素子の電極部と電気回路基板の電極部とを導電ボールを接続材として用いて接続する。その接続は、導電ボールの導電被覆層材の融点以上に加熱し、導電被覆層を溶融させて電極部と金属化及び又は合金化させることにより行う。加熱方法としては、公知の方向が使用できる。例えば、ホットプレート加熱方法、ホットツール加熱方法、ホットガス加熱方法、レーザ加熱方法、赤外線加熱方法、VPS加熱方法、高周波加熱方法、誘導加熱方法等が使用できる。

【0303】接続を行う場合としては、2つの場合がある。電気回路素子の電極部と電気回路基板の電極部との間に導電ボールを介させ1度に接続する場合と、いずれか一方の電極部と導電ボールとを接続した後、他方の電極部と接続する場合である。この第2の発明では、導電ボールの導電被覆層（半田）を溶融させ接続を行うため、電極部の少なくとも表層は、導電被覆層材に対してぬれ性の良い材料である。

【0304】ところが、この電極表面及び導電ボール表面は、大気中に露出しているため、電極材及び導電被覆層材の酸化膜野吸着した汚染皮膜（例えば、ゴミ、有機物、硫化物等）が形成されている。これらの膜は、ぬれ性を損ない接合を妨げるため、破壊除去しなければならない。そのため、接続時は、フラックスを使用して、これらの膜を除去し接続する。フラックスとしては、例えば、有機系フラックスとしてWWロジン、弱活性化ロジン、活性化ロジンフラックス、または、無機系フラックスとして水素ガス、フォーミングガス（ H_2-N_2 ）等が使用できる。

【0305】また、有機系フラックスを使用した場合には、信頼性を高めるため、フラックスの洗浄を行う場合もある。

【0306】この第2の発明における導電ボールの構造は、上述の第2の発明に於ける導電ボールを実質的に同一である。但し、導電ボールの中心部を構成するコアは、上述したように剛性の高い材料からなる球形の表面に、次に述べる導電被覆層材（半田材）を被覆させるために半田材とぬれ性の良い金属層を設けておく場合がある。特に、無機材料の場合には、必ずこの金属層を設けておかなければならない。このぬれ性の良い金属とは、例えばCu、Ni、Sn、Pb、Ag、Zn、PbSn、黄銅、青銅等である。

【0307】この金属の被覆方法としては、電解あるいは無電解メッキ方法、蒸着等の公知の方法により被覆することができる。その厚みとしては、 $0.01\mu m \sim 1.0\mu m$ 程度が好ましい。さらに、より望ましくは、半田材のぬれ性の安定性（導電被覆層の被覆性）から $0.5\mu m \sim 5\mu m$ の厚みが良い。

【0308】最小厚みの $0.01\mu m$ は、これ以下では、球表面の被覆性が下がり、導電被覆層の被覆性が不

安定となるためである。一方、最大厚みの $10\mu\text{m}$ は、これ以上厚くしても、導電被覆層の被覆性に対する効果がないためである。

【0309】コアの表面を被覆する導電被覆層は、接続時に加熱により溶融し、電極材料と金属化及び又は合金化して接続するとともに、接続後は電極間の導電経路となる。そのため、導電被覆層としては、導電性を有する半田材よりなる。この第2の発明における半田材とは、その融点が 450°C 以下の合金または金属材のことをいう。このような半田材としては、例えば PbSn 、 PbAg 、 PbIn 、 PbCd 、 BiPb 、 BiSn 、 BiCd 、 SnCd 、 SnZn 、 SnSb 、 SnAg 、 InSn 、 InPb 、 ZnCd 、 ZnAl 、 AuBi 、 AuSn 、 AuGe 、 AuSb 、 AuSi 、 AuIn 、 Ga 、 In 、 Sn 、 Bi 、 Cd 、 Pb 、 Zn 、 PbSnBi 、 PbSnAg 、 BiPbSnCd 、 BiPbIn 、 BiPbCd 、 BiPbSn 、 PbSnIn 、 BiPbSnIn 、 BiPbSnInCd 等が使用できる。

【0310】これらの材料のコア表面への被覆方法は、多数存在する。例えば、コアの表面に電解あるいは無電解メッキ、あるいは蒸着により直接合金あるいは金属層を設けても良いし、さらに、合金の場合には、これらの方法によりそれぞれの金属をコア表面にあらかじめ決めた合金比となる体積をそれぞれが有するように層状に設けた後、加熱により溶融させてもよい。また、アトマイズ方法を応用し、溶融した半田材中にコアを混入撹拌したものから、半田粒子を製作すれば、コア表面に半田層を被覆させることが可能となる。また、それぞれの電極部と接続する部分以外の領域では、コア表面に設けられた導電被覆層に被覆時のばらつきによる多少の欠損部が存在しても、導電経路として接続する電極間が導通可能であれば、問題としない。

【0311】この導電被覆層の厚みとしては、 $1\mu\text{m}$ ～ $50\mu\text{m}$ までの厚みについて、接続する電極部の構造及び用いるコアの直径、被覆する金属材料との関係により任意に選択することが可能である。半導体素子との接続を行うためには、 $3\sim 20\mu\text{m}$ 程度が半導体素子の電極部膜厚及び使用するコア直径の点からより望ましい。

【0312】ただし、その厚みとしては、コア直径のばらつきにより接続した際、半導体素子が傾き、十分な接続が行われなことを防ぐため、コアの直径のばらつき幅より厚いことが接続する上で好ましい。

【0313】最少膜厚の $1\mu\text{m}$ は、半導体素子の電極部であるアルミ膜厚が通常 $1\mu\text{m}$ 程度であり、金属化及び合金化を行うために、同程度以上の厚みを必要とするためである。一方、最大膜厚の $50\mu\text{m}$ は、コア直径として最大の $500\mu\text{m}$ を用いた場合における電極間距離が長くなっても、導電経路として十分な断面積をもつことにより、通電時の温度上昇を防ぐためである。

【0314】このような構成からなる導電ボールは、導

電被覆層の厚みにより半田量を制御することが可能である。さらに、必要であれば導電被覆層を形成した後の分級を施すことにより、より高精度に半田量を制御することも可能である。

【0315】この均一な導電ボールを接続する電極間に挟んで、加熱及び加圧することで、まず、電極と点接触している導電被覆層は溶融し移動しやすくなる。この時、球形状のコアは、電極部を有する平面に対し、常に外側（接触点の周囲）に向かって開いた角度を持っているため、加圧された液層の導電被覆層を初期の接触点から外側に向かって移動させやすい。コアは、剛性が高く加圧によりほとんど変形しないため、コアが電極と接した後に、さらに外側に向かって移動させるおそれはない。

【0316】接触点を中心に同心円上に接触面を広げていく導電被覆層の移動過程において、フラックスにより電極表面及び導電被覆層表面に存在する酸化膜、汚染皮膜が除去され、電極の真性面が露出し液層の導電被覆層と接触する。この状態で、接合部において、原子の拡散等が起こり、接合部表面に固溶体あるいは金属化合物によりなる接合層が形成され、電極部と導電被覆層が合金化され接続される。

【0317】このように、この第2の発明の主たる特徴は、この接続過程において、フラックスにより電極表面の酸化膜及び汚染皮膜を除去し、真性面をより広く露出させることにある。その結果、金属化及びまたは合金化による接合性が向上する事になる。

【0318】例えば、導電被覆層をなす材料として PbSn 、電極部をなす材料として Cu をそれぞれ使用した場合、加熱温度は $180\sim 350^\circ\text{C}$ で合金化により接続される。

【0319】また、電極の大きさを導電ボールの断面層より小さくすることにより、溶融した半田の広がりを抑え、溶融した半田がすべて電極部に落ちることを防いでいる。そのため、接触部以外の溶融した導電被覆層は、コアとのぬれ性と表面張力からコアの周囲を被覆し続ける。よって、凝固後は電極間の導電経路となることができ。

【0320】接続する電極間の間隔に関しては、次のようになる。通常接触する半導体素子は、複数の電極部を有している。この半導体素子の電極部の数を n とすると、接続に使用される導電ボールの数は n 以上となり、これら導電ボールのコアの直径をそれぞれ d_1 、 d_2 、 d_3 、…、 d_n とする。これらのコア直径で最小及び最大のもを d_{\min} 、 d_{\max} とする。

【0321】接続時の加熱及び加圧により、これら n 個の導電ボールは、上記のようにコアの剛性により溶融した導電被覆層は、周囲へ移動し接続部での厚みが減少するため、電気回路素子の電極部と電気回路基板の電極部との間隔は、ほとんど変形しないコアの直径と変形後に

コアと電極部間に残るわずかの合金化した接続層の厚みの合計であり、 n 箇所の各電極間での間隔は、最少の d_{\min} から d_{\max} 程度であるが、 d_{\max} より若干大きくなる場合もある。

【0322】従って、この第2の発明における電極間の距離が、コアの約直径とは、上記に示したコアのばらつきを含んだものである。そのため、コアの形状寸法が高精度であればあるほど、電極間距離も高精度となり、ひいては、半導体素子と基板との間隔が高精度に平行となる。

【0323】この第2の発明では、導電ボールは電気回路素子とは別に製造するため、導電ボールのみを大きさを極めて高精度に分級することもできる。よって、この電気回路素子と電気回路基板の間隔を $1\sim 2\mu\text{m}$ 以下の精度で高精度に形成することが、可能である。

【0324】電気回路部品を製造する際、この導電ボールを、電極部に対応する位置に配置する方法としては、第1の発明で述べた第1及び第2の方法の他に、第3の方法がある。

【0325】この第3の方法は、マスクシートを用いる方法で、この場合は、導電ボールを配置する位置に開口が設けられたマスクシートを電気回路素子あるいは電気回路基板の上に位置決めして配置し、一括で導電ボールを各電極に配置することができる。この場合は、マスクシートは、導電ボールを配置される位置で密着して保持せず、マスクシートと導電ボールは、分離したものととして取り扱う。

【0326】また、この第2、3の方法の場合、それぞれのシート材により、その位置を保たれたまま導電ボールを接続することで、接続時の導電ボールの位置ずれを防ぐことができる。

【0327】これら3つの配置方法の使い分けは、特に限定するものではない。ただし、配置する導電ボールの数が多い場合には、第2、3の方法が、配置する作業時間の点から好ましく、また、保持シートを使用する方法は、導電ボールを密着保持しているため、導電ボールをより精度よく配置及び接続する場合により適しており、マスクシートを使用する方法は、位置精度がゆるい中型から大型の導電ボールをローコストで配置及び接続する場合により適している。

【0328】次に第3の方法で使用するマスクシートについて説明する。マスクシートは、導電ボールを配置する位置に対応する位置に貫通する開口部（穴）が設けられたシートである。開口部の大きさは、その中に配置する導電ボールの数を n 、導電ボールの直径を D とした時に、 nD より大きく $(n+1)D$ より小さくすることで所望の数の導電ボールを開口部に配置することができる。

【0329】このマスクシートを電気回路素子あるいは電気回路部品の表面に、その電極部上に開口部がくるよ

うに位置決めし配置する。その際、基準となる位置決めピンを治具あるいは、電気回路素子あるいは電気回路基板に設けておき、マスクシートには、この位置決めピンが入る穴を設けておけば、より容易に位置決めを行える。このように、マスクシートを配置した後に、開口部に導電ボールをスキージあるいは、振動により挿入することで、電極部上に導電ボールを配置する。

【0330】また、マスクシートの厚みは、保持シートと同様にコアの直径と等しいかそれよりも薄いことが望ましい。つまり、 $1\mu\text{m}\sim 500\mu\text{m}$ までが使用できるが、 $10\mu\text{m}\sim 200\mu\text{m}$ がより望ましい。マスクシート材料としては、上述した第2の方法に於ける保持シートの材料と同じものが使用できる。

【0331】この第3の方法では、導電ボールを接続した後に、マスクシートをフラックスの洗浄のために除去する事が可能である。更に、この時には、2つの場合がある。1つは、電気回路素子または電気回路基板上のいずれか一方の電極部と接続した後であり、もう1つの場合は、電気回路素子及び電気回路基板の両方の電極部と接続した後である。

【0332】このようなマスクシートの除去は、接続後、マスクシートを水平方向あるいは垂直方向に引っ張ることにより、マスクシートに亀裂を生じさせて除去する事も可能である。ここで、マスクシートに、スリット、ノッチを入れる場合もある。スリット、ノッチは、マスクシートの開口部以外の部分に設けられても良いし、導電ボールの密着保持部や開口部あるいは、マスクシートの外周部に設けられても良い。さらには、その数、形状、配置には特にこだわらない。

【0333】これらスリット、ノッチを設けることにより、マスクシートの除去時に、まず、スリット、ノッチの先端から亀裂が生じさせる。その亀裂が、導電ボールや開口部に向かい、到達することで、マスクシートを容易に分離除去できるようにする。この結果、接続された導電ボール及び接続部の過大なストレスを与えずに、マスクシートを除去できる。

【0334】以上のように、この第2の発明の主旨は、剛性の高い材料からなる球形状のコアとその周囲を被覆する導電被覆層からなる導電ボールの導電被覆層を半田材としたことにより、半田量を高精度に制御できると共に、さらに接続時に加圧することにより例え半田量のばらつきが存在しても、接続部の未接合や隣接する電極部間の短絡を発生させず、接続の信頼性を高めることが可能となる事である。

【0335】更に、配置及び接続時に導電ボールの位置を構成に保持する保持シート、マスクシートを用いた場合、より高精度の接続が可能となり、より小型の電気回路部品を得ることができる。

【0336】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施の形態につ

いて、添付図面を参照して詳細に説明する。

【0337】(第1の実施形態)図1(a)乃至図1(c)は、この発明に係わる電気回路部品の第1の実施形態の構成及び製造方法を模式的に示す断面図であり、図2は、図1(a)乃至図1(c)に示される導電ボールを取り出して模式的に示す断面図であり、図3は、図2に示す導電ボールの製造方法の1例を模式的に示す断面図である。

【0338】図1(b)及び図1(b)において、参照符号1は電気回路素子であるところの半導体チップを示している。この半導体チップ1の一表面(図1(b)においては下面)には、電極部であるところのアルミ電極2が複数形成されている。一方、図1(a)乃至図1(c)において、参照符号6は、導電ボールを示している。この導電ボール6は、球体状のコア4と、このコア4の外周に被覆された導電被覆層5と、この導電被覆層5に埋設された多数の粒子としてのアルミナ粒子32とを備えて構成されている。

【0339】また、参照符号7は、半導体チップ1が導電ボール6を介して接続される電気回路基板であるところのセラミック基板を示しており、このセラミック基板7上には、アルミ電極2と対応した状態で、金メッキされた電極部8が複数設けられている。尚、セラミック基板7の電極部8が設けられた側の表面は、電極部8を除いて、絶縁保護膜3で覆われている。

【0340】この第1の実施形態においては、図1(c)に示すように、導電被覆層5の表面に多数のアルミナ粒子32が埋設された導電ボール6を用いて、半導体チップ1のアルミ電極2とセラミック基板7の電極部8とを接続するようになされている。

【0341】そこで、先ず、この導電ボール6の製造方法について説明し、次に、半導体チップ1とセラミック基板7を接続してなる電気回路部品の製造方法について説明する。

【0342】導電ボール6は、図2に示す様に、中心部に位置する球体状のコア4と、このコア4の外周に被覆する導電材料からなる導電被覆層5と、この導電被覆層5の表面に一部が露出する状態で分散されたアルミナ粒子32とから構成されている。

【0343】まず、コア4は、この第1の実施形態では、鋼からなる球体であり、精密な研磨により $\phi 40\mu\text{m}$ の直径を有する球形を呈するように形成される。このコア4の表面(外周面)にパラジウムによる活性化処理を施し、この後、コア4の表面に、無電解メッキにより、導電被覆層5となる金を $5\mu\text{m}$ の厚みで、被覆する。

【0344】次に、図3に示すように、プレート33上に、粒径が $0.1\sim 2\mu\text{m}$ のアルミナ粒子32を配し、その上に、上述した方法で外周に導電被覆層5を有するコア4を、プレート33上を回転させ、あるいは、必要

に応じて若干加圧して回転させることにより、導電被覆層5の表面にアルミナ粒子32を分散した状態で埋設させ、導電ボール6を製造する。

【0345】次に、電気回路部品の製造方法について説明する。先ず、図1(a)に示すように、導電被覆層5の表面にアルミナ粒子32が埋設されている導電ボール6を、図示しない真空ピンセットでセラミック基板7上の電極部8上に配置する。次に、図1(b)に示すように、半導体チップ1のアルミ電極2と、セラミック基板7の電極8とが対向する様に、半導体チップ1を、電極8上に導電ボール6が配置されたセラミック基板7と位置決めし、配置する。このように、半導体チップ1の配置が終わった後に、この半導体チップ1とセラミック基板7と位置決めし、配置する。

【0346】半導体チップ1の配置が終わった後に、この半導体チップ1とセラミック基板7を加圧及び加熱する。この加圧により、半導体チップ1のアルミ電極2と、セラミック基板7の電極8と、両者に接している導電ボール6とが変形する。ここで、導電ボール6においては、コア4は剛性の高い鋼であるため、ほとんど変形せず、その周囲の柔らかく延びやすい金からなる導電被覆層5が変形することになる。その際、導電被覆層5の表面にあるアルミナ粒子32と、それぞれの電極2、8との接触部に大きな加圧力が生じ、電極2、8の夫々の表面の酸化膜や汚染皮膜は、ランダムに破壊され、電極2、8を構成する電極材の真性面が露出することになる。

【0347】更にに加圧すると、導電被覆層5の変形が進み、真性面の露出面積が広がると共に、導電被覆層の厚みが減少していき、半導体チップ1のアルミ電極2とセラミック基板7の電極8との間隔は、その間に存在する導電ボール6のコア4の約直径に相当する距離となる。

【0348】なぜならば、コア4は、剛性が高く変形しないため、導電ボールの変形ストッパーとして働くためである。一方、加圧力をモニターしてみると、導電被覆層5の変形が進みコア4が電極2、8に近づくにつれて、加圧力は上昇し、コア4が電極2、8に達すると加圧力は、さらに急に上昇し、導電被覆層5の変形が止まったことを示していることがわかる。従って、半導体チップ1とセラミック基板7との間隔あるいは、加圧力をモニターしておくことで、導電ボール6の変形状態が判り、最適な接続を得ることができる。

【0349】但し、製造時には、コア4の直径のばらつき等により、若干マージンを取って加圧することが望ましい。このように、加圧により、露出した電極2、8の真性面と、導電被覆層5とが接した状態で、 $200\sim 250^\circ\text{C}$ に加熱することにより、図1(c)に示すように、アルミ電極2とは合金化、金メッキされた電極8とは金属化して接続し、電気回路部品を得る。

【0350】更に、加圧と加熱は、同時に行うことにより、導電被覆層5の金（軟化温度100℃）をより柔らかくし、変形しやすくさせるため、接続特性をより向上させる。

【0351】尚、この第1の実施形態においては、詳細は図示していないが、上述した加圧及び加熱を実行するために、加熱ヒータを内蔵したプレス機（即ち、ホットプレス機）を利用するものである。この加圧及び加熱動作において、半導体チップ1の電極部2及びセラミック基板7の電極部8の表面に夫々存在する酸化膜あるいは汚染皮膜は、導電ボール6の導電被覆層5の移動に伴う摩擦により破壊され、電極2、8の真性面（金、アルミ等のピュアーな面）が露出することになる。これにより、導電被覆層5と電極部2、8とは、金属原子の固相状態での拡散が容易となり、合金化／金属化することで、夫々電氣的及び機械的に接続されることになる。

【0352】尚、電気回路部品の製造としては、導電ボールの配置の順番は問題ではなく、例えば、ある間隔で、半導体チップ1とセラミック基板7とを位置決めした後、導電ボールを、どちらかの電極上に配置しても良い。

【0353】この第1の実施形態によれば、導電被覆層5上に粒子32を配設、即ち、導電被覆層5内に粒子32を一部露出した状態で埋設することにより、半導体チップ1及びセラミック基板7の（即ち、電気回路素子及び電気回路基板の）電極2、8間の接合面積を広げる事ができ、もって、両者の接続特性の向上を図ることができることになる。

【0354】この発明は、上述した第1の実施形態に限定されることなく、この発明の趣旨を逸脱しない範囲で、種々変形可能である。以下に、この発明の他の実施形態を種々説明するが、以下の説明において、上述した第1の実施形態と同一部分には、同一符号を伏して、その説明を省略する。

【0355】（第2の実施形態）図4（a）乃至図4（c）は、この発明に係わる電気回路部品の第2の実施形態における構成及び製造方法を模式的に示す断面図であり、図5（a）乃至図5（d）は、第2の実施形態において用いられる所の導電ボールとこの導電ボールを保持する保持シートとを備える導電接続部材の製造方法を模式的に示す断面図であり、図6（a）乃至図6（c）は、第2の実施形態と同じ効果を得る導電接続部材の変形例を模式的に示す断面図である。

【0356】この第2の実施形態の導電接続部材においては、第1の実施形態で既に説明したと同様に、粒子32が導電被覆層5に埋設された導電ボール6が、保持シート16に保持された状態で取り扱われる。そこで、まず、導電接続部材の製造方法について説明し、次に、この導電接続部材を利用するの電気回路部品の製造方法について述べる。

【0357】まず、導電ボール6は、シリカからなるφ40μmの球から構成され、導電被覆層5は、厚さ5μmの金、粒子32は、粒径の0.1～2μmのMoから夫々構成されている。この導電ボール6の製造方法は、上述した第1の実施形態と同じである。

【0358】まず、図5（a）に示すように、接続する電極部の位置に対応する位置に凹部18を設けた下型17に導電ボール6を配置する。この凹部18の形状としては、四角柱、円柱、円錐、半球状など任意の形状で良い。

【0359】下型17の凹部18に導電ボール6を配置した後、図5（b）に示すように、下型17の上に、同様の上型17'を導電ボール6を押し潰さない間隔で配置する。この上型17'と下型17との間隔を達成する方法としては、両型を上下移動させる装置により、上下離間距離を制御するか、あるいは、上型17'、下型17のいずれかあるいは両方に、型表面より突出したスペーサー（図示せず）を設け、上型17'と下型17を合わせ、スペーサーが接触した際、上型17'と下型17の凹部18の間隔が、導電ボール直径と等しいか若干大きくなる様に、スペーサーの突出量を予め決めておく方法でも良い。

【0360】そして、図5（c）に示すように、上型17'と下型17との間にポリイミド樹脂16を注入し、200～400℃に加熱硬化させ離型させる。この状態では、保持シート16の表面より突出した導電ボール6の表面まで、ポリイミド樹脂が付着しているため、両面をエッチング（例えば、ドライならO2プラズマによるアッシング、ウェットならヒドラジン、エチレンジアシンを用いる）し、図5（d）に示すように、導電ボール6を保持シート16の両面から突出して露出させる。

【0361】このため、保持シート16の膜厚は成型後よりも薄いものとなる。尚、このエッチング後の保持シートの膜厚は、導電ボール6の接続時の導電被覆層5の変形移動を防げない様に、コアの直径と等しいか、それよりも小さいことが望ましい。次に、この導電ボール6と保持シート16とからなる導電接続部材を用いた電気回路部品の製造方法について説明する。

【0362】まず、図4（a）に示すように、この保持シート16に保持された導電ボール6が、セラミック基板7の電極8上にくる様に、保持シート16とセラミック基板7とを位置決めする。

【0363】次に、図4（b）に示すように、半導体チップ1のアルミ電極2とセラミック基板7の電極8とが互いに対向する様に、半導体チップ1を、電極8上において保持シート16に保持された導電ボール6が配置されたセラミック基板7に対して位置決めする。

【0364】そして、上述した第1の実施形態と同様に、加圧及び加熱することで、アルミ電極2と導電被覆層5とを合金化して、金メッキされた電極8と導電被覆

層5とを一体金属化して接続する。

【0365】接続後、保持シート16を半導体チップ1の周囲で図示しない切断工具（例えば、カッター等）で適当に切断し、電気回路部品を得る。即ち、この第2の実施形態においては、電気回路部品には、保持シート16が取り残された状態で設けられることになる尚、この第2の実施形態においても、保持シート16に保持された導電ボール6の配置の順番は問題ではなく、例えば、ある間隔で、半導体チップ1とセラミック基板7とを、位置決めした後、保持シート16に保持された導電ボール6を半導体チップ1とセラミック基板7との間隔に挿入し、どちらかの電極上に導電ボールがくる様に、保持シート16を位置決めした後、加熱圧着しても良い。

【0366】この第2の実施形態によれば、導電ボール6を保持するために保持シート16を用いたることにより、導電ボール6のハンドリングが向上し、また、接続時の位置ズレを防げることから、より微細な接続や、高密度の接続を行える効果が達成されることになる。その他の効果は、第1の実施形態と同じである。

【0367】また、図6（a）には、この第2の実施形態と同様の効果を得る導電接続部材が、保持シート16に導電ボール6'が保持された状態で示されている。この導電ボール6'は、保持シート16から露出している部分にのみ、粒子32が分散された状態で埋設されている。

【0368】このような導電ボール6'は、図6（b）に示す様に、粒子のない導電ボールを保持する保持シート16を図5（a）乃至図5（d）に示すように製造した後、多数の粒子32を分散したプレート33上に置き、軽く加圧することで、粒子32を導電被覆層5に食い込ませて製造される。

【0369】両面に粒子32を設ける場合は、図示していないが、粒子のない導電ボールを、多数の粒子32を分散したプレート33で上下から挟み込んだ状態で、両面に食い込ませ動作を同時に実行するか、または、図6（c）に示すように、片面（下面）に、粒子32が食い込まれた導電ボール6'を上下逆さまにして、再び、片面（下面）への食い込ませ動作を実行するようにすればよい。尚、導電ボール6'の片面のみに粒子32を埋設させる場合には、この食い込ませ動作を片側だけに行えば良い。

【0370】（第3の実施形態）図7（a）乃至図7（d）は、この発明に係わる電気回路部品の第3の実施形態における構成及び製造方法を模式的に示す断面図であり、図8は、第3の実施形態で使用する導電接続部材を示す斜視図である。

【0371】図7（a）乃至図7（c）に示すように、この第3の実施形態においては、導電ボール6と、それぞれの電極2、8とを合金化、金属化により接続する工程までは、上述した第2の実施形態と同じである。

【0372】しかしながら、この第3の実施形態においては、図7（c）に示すように接続が終了した後、保持シート16を水平方向に引っ張ることにより、保持シート16に亀裂を生じさせ、半導体チップ1とセラミック基板7の間から除去するように設定されている。このため、この第3の実施例で用いられる保持シート16は、引き裂き強度を弱く設定されているか、または、引き裂き強度の弱い材料で形成されている。

【0373】この第3の実施形態によれば、上述した第2の実施形態により達成される効果の他に、保持シート16が容易に且つ確実に除去されることとなり、これにより、半導体チップ1のサイズより出っ張る部分がなくなり、より小型の電気回路部品を得る効果を達成することができることになる。

【0374】尚、この第3の実施形態においては、図8に変形例として示すように、保持シート16に多数のスリット14及びノッチ15を形成しておくことにより、保持シート16を除去する際に、容易に亀裂を発生させ、接続部にかかるストレスを小さくし、高い信頼性を得ることができる効果を更に達成することができることになる。

【0375】（第4の実施形態）図9（a）乃至図9（c）は、この発明に係わる電気回路部品の第4の実施形態における構成及び製造方法を模式的に示す断面図である。

【0376】この第4の実施形態においては、上述した第1の実施形態で示した導電ボール6を、半導体チップ1のアルミ電極2上に、真空ピンセット等（図示せず）により配置した後、図9（a）に示すように、フラットな石英からなるプレート34を介して導電ボール6と半導体チップ1とを加圧し、導電ボール6表面の粒子32が、アルミ電極に食い込むことにより、両者を仮固定させる。尚、必要であれば、加熱することにより、一部を合金化させても良い。

【0377】次に、図9（b）に示すように、アルミ電極2に導電ボール6がついた半導体チップ1とセラミック基板7とを、それぞれの電極2、8が対向する様に位置決めを行い、配置する。この配置が終わった後、図9（c）に示すように、半導体チップ1とセラミック基板7とを加圧及び加熱することで、導電ボール6とそれぞれの電極2、8とを合金化、金属化して接続し、電気回路部品を得る。

【0378】この第4の実施形態によれば、上述した第1の実施形態により達成される効果の他に、本接続を行う前に、一旦、導電ボール6を半導体チップ1に仮接続するため、接続途中の段階で、導電ボール6と半導体チップ1との間の接続の検査が行える効果が達成されることになる。

【0379】尚、この第4の実施形態と同じ効果を得る方法として、フラットな加圧プレートではなく、導電ボ

ール6を配置する位置にくぼみを持った型を使用し、このくぼみの中に導電ボールを配置し、半導体チップ1と位置決め後、仮接続するようにしても良い。更に、仮接続を行う対象として、半導体チップ1の電極2ではなく、セラミック基板7の電極8でも良い。

【0380】(第5の実施形態)図10(a)乃至図10(c)は、この発明に係わる電気回路部品の第5の実施形態における構成及び製造方法を模式的に示す断面図である。

【0381】この第5の実施形態においては、上述した第2の実施形態で用いた導電ボール6を保持する保持シート16を用いて、導電ボール6が、半導体チップ1のアルミ電極2上にくる様に配置した後、図10(a)に示すように、フラットな石英からなるプレート34を介して導電ボール6と半導体チップ1とを加圧し、導電ボール6表面の粒子32が、アルミ電極に食い込むことにより、両者を仮固定させる。尚、必要であれば、加熱することにより、一部を合金化させても良い。

【0382】次に、保持シート16を水平あるいは垂直方向に引っ張ることで除去する。尚、保持シート16に図8に示す様なスリット14、ノッチ15を設けておいても良い。

【0383】次に、図10(b)に示すように、アルミ電極2に導電ボール6がついた半導体チップ1とセラミック基板7とを、それぞれの電極2、8が対向する様に位置決めを行い、配置する。この配置が終わった後、図10(c)に示すように、半導体チップ1とセラミック基板7とを加圧及び加熱することで、導電ボール6とそれぞれの電極2、8とを合金化、金属化して接続し、電気回路部品を得る。

【0384】この第5の実施形態によれば、上述した第4の実施形態に於ける効果の他に、保持シート16を用いることにより、導電ボール6を配置する際のハンドリングが向上する効果が達成されることになる。

【0385】(第6の実施形態)図11(a)乃至図11(c)は、この発明に係わる電気回路部品の第6の実施形態における構成及び製造方法を模式的に示す断面図である。

【0386】この第6の実施形態においては、図11(a)に示すように、上述した第5の実施形態と同様に導電ボール6が保持された保持シート16を備える導電接続部材を用いて、導電ボール6と半導体チップ1との仮接続を行う。しかしながら、この第6の実施形態においては、このような仮接続を行った後に、図11(b)に示すように、第5の実施形態のように保持シート16を除去せずに、この保持シート16を残しておくことで、図11(c)に示すように、保持シート16が存在したまま、半導体チップ1とセラミック基板7とを位置決めし、熱圧着を行い、それぞれの電極部2、8と導電ボール6とを合金化、金属化して接続する。

【0387】この接続後、保持シート16を半導体チップ1の周辺で切断し、電気回路部品を得る。

【0388】この第6の実施形態によれば、上述した第4の実施形態に於ける効果の他、仮接続だけでなく、本接続まで保持シート16が導電ボール6を保持しているため、位置ズレが効果的に生じない効果が達成されることになる。そのため、より微細な接続が可能となる。

【0389】更に、図12(a)乃至図12(d)に示すように、本接続後、第3の実施形態で説明したように、保持シート16を除去すれば、保持シート16が半導体チップ1より出っ張らなくなり、電気回路部品をより小型にすることが可能となる。

【0390】(第7の実施形態)図13は、この発明に係わる導電ボールの第7の実施形態を模式的に示す断面図である。

【0391】この第7の実施形態において、用いる導電ボール6'は、そのコア4'の表面に突部31と谷部30を有して、所謂凸凹状に形成されている。このコア4'は、鋼からなり直径は約40 μm でその表面の突部31と谷部30からなる荒さは、 $R_{\text{max}}0.5\sim3\mu\text{m}$ である。このような突部31と谷部30の形成は、コア4'を球形状に研磨後に、荒い砥粒で再度研磨することで設けることができる。あるいは、球形状への最終仕上げの微細な砥粒による研磨を省くことで設けることができる。

【0392】このコア4'の表面に第1の実施形態と同様に金を被覆し、導電被覆層5を形成した後、アルミナ粒子32を導電被覆層5の表面に設ける。以後の工程は、第1の実施形態と同じである。

【0393】この第7の実施形態によれば、上述した第1の実施形態に於ける効果の他に導電被覆層5の変形により、表面に設けられた粒子32が、電極との接続部の周辺へ送られ、中央部での酸化膜の破壊が行われにくくなった時に、コア4'の表面の突部31により、再度、酸化膜を破壊できる効果を奏することができることになる。特に電極膜が硬い場合に、その効果が顕著となる。

【0394】更に、導電被覆層5との密着が上がることで、導電被覆層5のコア4'からの剥がれを効果的に防止できることである。

【0395】(第8の実施形態)図14は、この発明に係わる導電ボールの第8の実施形態を模式的に示す断面図である。

【0396】この第8の実施形態においては、粒子32として、粒径0.1 \sim 2 μm の球形状のシリカを用いる点を除き、他の構成は、上述の第1の実施形態と同じである。

【0397】この第8の実施形態によれば、上述した第1の実施形態に於ける効果の他、粒子32の形状が球形状であるため、コア4'と電極との間に粒子32が挟まれても、容易に外に排出しやすい効果が達成されることに

なる。そのため、半導体チップ1の電極2とセラミック基板7の電極8との間隔は、コア4の直径に限りなく近づく。従って、半導体チップは確実に平行に加圧され、片当たり等の加圧分布の不均一が発生しにくい事になる。

【0398】(第9の実施形態)図15は、この発明に係わる導電ボールの第9の実施形態を模式的に示す断面図である。この第9の実施形態においては、粒子32'が、導電被覆層5内にも完全に埋設された状態で、即ち、外部に突出しない状態で、更に設けられている。

【0399】この導電ボール6は、シリカから形成された $\phi 40\mu\text{m}$ のコア4の表面に $2\mu\text{m}$ 程度金を被覆した後、粒径 $0.1\sim 2\mu\text{m}$ のMo粒子32'を第1の実施形態と同様の方法で設けた後、再度、活性化処理を行い $3\mu\text{m}$ 金で被覆し、その上に再びMo粒子32を設けることにより形成される。

【0400】以後の構成は、第1の実施形態と同じである。この第9の実施形態によれば、上述した第1の実施形態に於ける効果の他、粒子32、32'の密度を上げること、酸化膜の破壊性が高くなり、接合性が上がる効果が達成される。

【0401】尚、この第9の実施形態では、粒子層は2層であるが、必要に応じて、より多層にしてもかまわない。あるいは、粒子32を導電被覆層表面に設けた後、再度、導電材料を被覆することで、粒子の脱落を防ぐこともできる。

【0402】(第10の実施形態)図16(a)乃至図16(c)は、この発明に係わる電気回路部品の第10の実施形態の構成及び製造方法を模式的に示す断面図であり、図17は、図16(a)乃至図16(c)に示される導電ボールを取り出して模式的に示す断面図である。

【0403】図16(a)乃至図16(c)において、半導体チップ1の電極部2は、この第10の実施形態においては、半導体チップ1の表面に直接取り付けられたアルミ電極21と、このアルミ電極21上に取り付けられたCu電極22とから構成されている。また、電気回路基板であるところのプリント基板7上には、電極部としてのCu電極8が配設されている。

【0404】この第10の実施形態においては、図17に示すように、銅からなる中心球41と、これの表面に半田ぬれ性の良い金属としてNiを被覆した密着層42とからコア4が形成され、導電ボール6は、このコア4と、これの表面に被覆されたPb-Sn(37wt%-63wt%)からなる導電被覆層5とから構成されており、この導電ボール6を介して、半導体チップ1の電極部2と、プリント基板7の電極部8とを接続するように構成されている。

【0405】そこで、まず、この導電ボール6の製造方法について説明し、次に、この導電ボール6を用いて、

半導体チップ1とプリント基板7とが接続される電気回路部品の製造方法について説明する。

【0406】導電ボール6は、図17に示すように中心球41及び密着層42からなるコア4と、導電被覆層5とから構成されている。このコア4の中心球41は、銅(炭素銅)からなる球体であり、精密な研磨により $\phi 40\sim 50\mu\text{m}$ の球形状を有している。この中心球41の表面にパラジウムによる活性化処理を施した後に、無電解メッキにより、半田ぬれ性がよく、密着層となるNiを $1\sim 3\mu\text{m}$ の厚みで被覆し、コア4を形成する。また、密着層42としては、Ni以外にCuやSnを用いる場合もある。さらに、Ni上にCuやNi上にSnといった多層にする場合もある。

【0407】次に、このコア4の表面に半田(Pb-Sn、37wt%-63wt%)を $5\sim 20\mu\text{m}$ の厚みで被覆し、導電被覆層5を形成する。導電被覆層5を形成する方法の1つとしては、上記した半田を溶融させた桶中にコア4を入れ、攪拌したものをノズルより噴霧させ、これに圧縮ガスあるいは水流ジェットを作用させて、コア4の表面に半田による導電被覆層5が形成された、微細な導電ボール6を形成するようにしても良い。

【0408】次に、この導電ボール6を用いた電気回路部品の製造方法について説明する。まず、電気回路素子である半導体チップ1は、その電極部2においては、通常のアルミ電極21上に、CrあるいはNiの密着層とCuからなるバリア層とからなるCu電極22を蒸着と、フェトリソ、エッチングを用いて形成する。また、この露出しているCu電極22の酸化を防ぐために表面に金を設ける場合や、ぬれ性をよくするためPb-Snの半田を設けても良い。

【0409】この第10の実施形態においては、さらに接続時の半田の流れを制御するため露出する電極部2の大きさは、導電ボールより小さい方が好ましく、更に、半田のぬれ性や流れの点から対象形状、例えば正方形の正多角形または円形が好ましい。具体的には、この第10の実施形態においては、電極部2の形状は、一辺が $20\sim 40\mu\text{m}$ の正方形とした。

【0410】この半導体チップ1の表面に、図16(a)に示すように、フラックス21を $1\sim 10\mu\text{m}$ の厚みで塗布した後、真空ピンセットを用いて導電ボール6を各電極部2の上に配置する。この時、導電ボール6は、フラックス21の粘着性により電極部2上に保持される。

【0411】次に、半導体チップ1を、 $183\sim 250^\circ\text{C}$ に加熱することにより、導電ボール6の導電被覆層5が溶融し、Cu電極22と接続される。この時、導電被覆層5である半田は、重力により半導体チップ1に向かって落ちるが、Cu電極22の露出面が、導電ボール6より小さいため、Cu電極22を半田が濡らした後は、半田の表面張力により、半田の落ちは止まる。その

ため、接続後も、半田はコア4を被覆し、導電被覆層5となる。

【0412】また、この接続を行う際に、導電ボール6を半田に濡れない材質、例えば、ガラス、テフロン等からなる加圧ツールにより、加圧して接続する場合もある。この場合は、加圧により接続後の導電ボール6の高さが、極めて均一となる。

【0413】そして、個のように導電ボール6を電極2に接続した後、図16(b)に示すように、フラックス21を洗浄により除去する。

【0414】次に、予めフラックスが塗布されたプリント基板7のCu電極8と、導電ボールが設けられた半導体チップ1の電極部2とが、対向するように位置決めし、配置する。尚、プリント基板7のCu電極8の大きさは、上で述べたのと同様に1辺が $30\sim 40\mu\text{m}$ の正方形に設定されている。

【0415】このように配置した後、このプリント基板7と半導体チップ1とを $180\sim 250^\circ\text{C}$ に加熱し、再度、導電被覆層5を溶融させ、Cu電極8と接続する。更に、この時に加圧することにより、半導体チップ1の電極2とプリント基板7の電極8との間隔は、コア4が変形ストッパー10となることから、コア4の約直径となる。これにより半田量のばらつきや、加熱分布のばらつきが存在しても、短絡することなく各接続部が確実に接続される。

【0416】この加圧は、加熱と同時に進めても良いし、導電被覆層5である半田が、溶融し、半田の濡れと、表面張力によるセルフアライメントが行われた後に行っても良い。このような接続後、フラックスを洗浄により除去し、電気回路部品を得る。

【0417】尚、この第10の実施形態においては、電気回路素子として、半導体チップ1を用いたが、導電ボール6を電気回路素子の電極上に設けるのは、ウェハー状態で行っても良く、この場合は、導電ボール6を、電極と接続した後、ダイシングにより半導体チップに切り出す。それ以降の工程は、上で述べたのと同じである。

【0418】以上説明したように、この第10の実施形態によれば、剛性の高い球形状からなるコアの表面に半田からなる導電被覆層を設けた導電ボールを用いて、接続することにより、各電極部への半田の供給量を制御すると共に、加圧して接続できるため接続性の向上が図られる効果が達成されることになる。

【0419】(第11の実施形態)図18は、この発明に係る電気回路部品の第11の実施形態に於ける製造方法を模式的に示す断面図である。

【0420】この第11の実施形態では、導電ボール6の電極2への配置についてマスクシート10を用いるように設定されている。ここで、マスクシート10は、半導体チップ1の電極部2に対応する位置に配置され、導電ボール6の直径より大きい開口部13が形成されたボ

リイミドシートである。このマスクシート10の厚みbは、導電ボールの直径($50\sim 100\mu\text{m}$)より $10\sim 20\mu\text{m}$ 厚く設定されている。

【0421】このマスクシート10を、半導体チップ1の電極部2が開口部13の中に位置する様に位置合せした後、マスクシート10上に導電ボール6を置き、ブレード24で掃引することで、一括した状態で、導電ボール6を各開口部13内に配置する。マスクシート10の厚みを、導電ボール6の直径以上、直径の1.5倍以下としておくことにより、開口部13の中で、導電ボール6が重なることが防げると共に、配置された導電ボール6が、ブレード24により傷ついたり、抜け出したりすることを防げるものである。

【0422】導電ボール6を配置後、マスクシート10を介してからフラックスを塗布し、 $180\sim 250^\circ\text{C}$ に加熱し、導電被覆層5の半田を溶融させて、電極2と接続する。接続後、マスクシートを上方に引き上げて除去し、フラックスを洗浄し、除去する。以降の工程は、第10の実施形態と同じである。

【0423】尚、1つの電極部2に複数の導電ボール6を配置する場合には、導電ボールの直径をD、1つの電極部2に配置する数をnとして、 nD 以上 $(n+1)D$ 以下の大きさをもつ開口部13を設けたマスクシート10を用いれば良い。

【0424】この第11の実施形態によれば、マスクシート10を用いることで、導電ボール6を電極部2上に一括で配置できる効果が達成されることになる。更に、電極部2毎に配置する導電ボール6の数を任意に変えることが可能である。

【0425】(第12の実施形態)図19は、この発明に係る電気回路部品の第12の実施形態に於ける製造方法の一部を模式的に示す断面図である。図19において、参照符号26は、上面に凹部25が形成された型を示している。

【0426】この第12の実施形態での製造方法は、半田に濡れない材質、例えば石英からなる型材に接続する電極部の位置に対応した位置に凹部25が設けられた型26を用いて、導電ボール6と、半導体チップ1の電極部2とを接続するように構成されている。ここで、型26に設けられる凹部25は、エッチングにより形成される。この凹部25の大きさ、形状は、導電ボール6の直径をD、コア直径を $2r$ 、1つの電極部に配置する導電ボールの数をnとすると、 nD 以上 $(n+1)D$ 以下の開口を持ち、深さは $2r$ より浅く設定されている。この様にすることで、1つの凹部25には、所望の導電ボール6を配置でき、接続の加熱により導電被覆層5が溶融しても、コア4が電極2に接し、接続後の導電ボール6の高さが均一となる効果が達成される事になる。

【0427】この様な型26の凹部25に導電ボール6を、ブレード(図示せず)による掃引、あるいは型26

上に導電ボール6を置き、型26を振動、あるいは傾斜させて、導電ボール6を転して配置する。

【0428】次に、型26上にフラックス10を塗布した後、半導体チップ1の電極部2が配置された導電ボール6上に来るように、半導体チップ1と型26とを位置決めし、配置する。

【0429】このように半導体チップ1を配置した後、半導体チップ1と型26を183～250℃に加熱し、導電被覆層5を溶融させて、電極部2と接続する。この時、半導体チップ1を加圧することで、接続後の導電ボール6の高さが均一となる。接続後、半導体チップ1を型26から取りはずし、フラックス洗浄を行う。

【0430】以降の工程は第10の実施形態と同じである。尚、この第12の実施形態では、石英による型26を用いるように説明したが、型としては、凹部及び、その周辺部が半田と濡れない材料であれば、ベースとなる材料は問題とならない。例えば、銅に凹部を設け、その表面をガラスによりコーティングしたものも使用することができる。

【0431】この第12の実施形態によれば、導電ボール6の配置、接続に、リジッドな型26を使用することにより、接続までの取り扱いが容易となる効果が達成されることになる。

【0432】(第13の実施形態) 図20(a)及び図20(b)は、この発明に係わる電気回路部品の第13の実施形態における製造方法を模式的に示す断面図である。

【0433】図20(a)において、参照符号19はパッケージ基板を示し、このパッケージ基板19上には、Cu電極20が配設されている。また、図20(b)において、参照符号23は電気回路素子である半導体パッケージを示し、参照符号27は電気回路基板であるマザー基板を示している。このマザー基板27上には、Cu電極28が配設されている。

【0434】この第13の実施形態においては、半導体チップ1が、コア4を被覆する導電被覆層5としてPb-Sn(90wt%-10wt%)の半田からなる導電ボール6を介して、パッケージ基板19と接続される。そして、半導体パッケージ23のCu電極20と、マザー基板7のCu電極28との接続に導電ボール6を用いる。このパッケージ基板19の電極20との接続に用いる導電ボールは、コア直径が100～200 μ m、導電被覆層5は、10～50 μ mのPb-Sn(37wt%-63wt%)からなり、それぞれのCu電極20、28は1辺が100～200 μ mの正方形からなっている。その他の構成は第10の実施形態と同じである。

【0435】(第14の実施形態) 図21(a)乃至図21(c)は、この発明に係わる電気回路部品の第14の実施形態における製造方法を模式的に示す断面図であり、図22(a)乃至図22(d)は、この第14の実

施形態による導電接続部材の製造方法を模式的に示す断面図である。

【0436】この第14の実施形態における導電接続部材の製造方法においては、導電ボール6は、保持シート16により、予め所定の位置に保持されている。そのため、保持シート16を用いて、導電ボール6を一括した状態で電極20上に配置するように構成されている。

【0437】そこで、まず導電接続部材の製造方法について説明し、次に電気回路部品の製造方法について説明する。

【0438】導電ボール6としては、銅からなる ϕ 1.00～2.00 μ mの中心球にCuからなる密着層を1～5 μ m設け、その表面に共晶半田(Pb-Sn37-63wt%)からなる導電被覆層を10～50 μ m設けたものを使用する。この導電ボール6の製造方法は、第10の実施形態で示したものと同じである。

【0439】次に、図22(a)に示すように、接続する電極部の位置に対応する位置に凹部18を設けた下型17に、この導電ボール6を配置する。この凹部18の形状としては、4角柱、円柱、円錐、半球状など任意の形状でかまわない。そして、図22(b)に示すように、下型17の凹部18に導電ボール6を配置した後、その上に同様の上型17'を導電ボール6を押しつぶさない間隔となる様に配置する。

【0440】この上型17'と下型17との間隔を達成する方法としては、型を上下移動させる装置により制御するか、あるいは、上型17'及び下型17の一方あるいは両方に、型表面より突出したスペーサー部を設けておけば良い。スペーサーを設ける場合は、スペーサーが接した際に、上型17'と下型17の凹部18'、18との間隔が導電ボールの直径と等しいか、若干大きくなる様に、スペーサーの突出量を決めておく。

【0441】この後、図22(c)に示すように、上型17'と下型17に導電ボール6を挟んだ状態で、この間にエポキシ樹脂を注入し、100～180℃に加熱してエポキシ樹脂を硬化させる。エポキシ樹脂を硬化させた後離型する。この状態では、保持シート16の表面より突出した導電ボール6の表面までエポキシ樹脂が付着しているため、両面をエッチング、例えば、O2プラズマによるアッシングして、図22(d)に示すように、導電ボール6を保持シート16の上下の両面からそれぞれ露出させる。このため、保持シート16の膜厚 t は、成型後の膜厚 t よりも薄いものとなる。

【0442】次に、この導電接続部材を用いた電気回路部品の製造方法について説明する。

【0443】まず、図21(a)に示すように、保持シート16に保持された導電ボール6がパッケージ基板19のCu電極20上にくる様に、保持シート16と、パッケージ基板19とを位置決めする。尚、フラックスは、パッケージ基板19上に塗布しておいて良いし、保

持シート16の表面に塗布しておいても良い。

【0444】次に、この半導体パッケージ23を183～250℃に加熱し、図21(b)に示すように、導電被覆層5を溶融させて、Cu電極20と接続する。この時、導電被覆層5は、溶融した溶融した際に重力によりパッケージ基板側にある程度流れ落ちるため、密着していた保持シート16と導電ボール6との間に若干すき間が生じる場合もある。このような接続後、この保持シート16を、垂直、あるいは水平方向に引っ張り除去した後、フラックス洗浄を行う。以降、第4の実施形態と同じ工程を経て、図21(c)に示す電気回路部品を得る。

【0445】この第14の実施形態によれば、導電ボール6を密着保持する保持シート16を導電接続部材として用いることで、より高密度に導電ボールを配置し、接続することが可能となる効果が達成されることになる。

【0446】(第15の実施形態)図23(a)乃至図23(c)は、この発明に係わる電気回路部品の第15の実施形態における製造方法を模式的に示す断面図であり、図24は、第15の実施形態において用いられる導電接続部材を示す斜視図である。

【0447】この第15の実施形態の導電接続部材においては、保持シート16に保持された導電ボール6とパッケージ基板19のCu電極20とを第14の実施形態と同じ方法により接続した後、保持シート16を除去しないように設定されている。

【0448】即ち、図23(a)に示すように、保持シート16がついた状態で、フラックスが塗布されたマザー基板27のCu電極28と接続された導電ボール6とを位置決めし、配置する。次に、図23(b)に示すように、マザー基板27と半導体パッケージ23とを183～250℃に加熱し、導電被覆層5を再度溶融させると共に、加圧してパッケージ基板19のCu電極20と、マザー基板27のCu電極28との間隔がコアの約直径となる様に接続する。

【0449】このような接続後、図23(c)に示すように、保持シート16を水平方向に引っ張ることにより、保持シート16を除去し、フラックスの洗浄を行い電気回路部品を得る。

【0450】尚、保持シート16には、図24に示す様なスリット14やノッチ15を設けておけば、除去する際に容易に亀裂を生じさせ、接続部にかかるストレスを低減させることができる。この様なスリット14やノッチは、型による打ちぬきや、保持シート成型時の型に突部を設けておくことにより容易に形成できる。

【0451】この第15の実施形態によれば、保持シート16がついた状態で、2回目の接続を行うことにより、溶融した半田の流れを制限し、更に、接続時の位置ずれを防止するため、より高密度の接続を行うことが可能となる効果が達成されることになる。

【0452】(第16の実施形態)図25(a)乃至図25(c)は、この発明に係わる電気回路部品の第16の実施形態における製造方法を模式的に示す断面図である。

【0453】この第16の実施形態では、図25(a)に示すように、フラックス10の塗布されたマザー基板27のCu電極28上に、導電ボール6を真空ピンセットにより配置する。ここで、導電ボール6、Cu電極20は、上述した第13の実施形態と同じである。

【0454】次に、図25(b)に示すように、半導体チップ1が接続された半導体パッケージ23のCu電極20と、マザー基板27のCu電極28とが対向する様に位置決めし、配置する。その際、半導体パッケージ23のパッケージ基板19の表面にフラックス10を前もって塗布しておく。

【0455】この半導体パッケージ23とマザー基板27とを183～250℃に加熱すると共に、Cu電極20、28との間隔がコアの約直径となるまで加圧して接続する。

【0456】接続後、図25(c)に示すように、フラックス洗浄を行い、電気回路部品を得る。この第16の実施形態によれば、導電ボール6を用いることにより、一括で接続を行っても、コア4が変形ストッパーとなるため、加圧操作を併用でき、安定性の高い接続が得られる効果が達成されることになる。そのため、工程の短縮が可能となり、コストを低減できる。

【0457】(第17の実施形態)図26(a)乃至図26(d)は、この発明に係わる電気回路部品の第17の実施形態における製造方法を模式的に示す断面図である。

【0458】図26において、参照符号11は第1のマスキートを、参照符号12は第2のマスキートを、参照符号29は位置決めピンを、そして、参照符号30は位置決め穴をそれぞれ示している。

【0459】この第17の実施形態では、予め導電ボール6を配置する位置に開口部13が設けられたポリイミド樹脂からなるマスキートを2枚使用する。更に、この2枚のマスキート11、12には、位置決め穴35が互いに連通した状態で設けてある。

【0460】まず、マザー基板27の上に、第1のマスキート11と第2のマスキート12を重ねて配置する。その際、マザー基板27上に、位置決めピン29を設けておき、第1及び第2のマスキート11、12の夫々の位置決め穴35に、この位置決めピン29が入る様に第1、第2のマスキート11、12を重ねることにより、位置決めが容易となる。さらに、マザー基板27上に配置した、第1、第2のマスキート11、12がずれなくなり、導電ボール6の配置精度が向上する。

【0461】マザー基板27のCu電極上に配置された、第1、第2のマスキート11、12の開口部13

は、導電ボールの直径より若干大きく、テーバーを設けておき、挿入性を高めてある。また、第1のマスクシートの厚み t_1 は、導電ボール6のコア直径 $2r$ より薄いことが好ましく、また、第2のマスクシートの厚み t_2 は、 t_1+t_2 が導電ボール6の直径 D に対して、 D 以上 $1.5D$ 以下とすることが望ましい。

【0462】この第17の実施形態においては、導電ボール6のコア直径は $100\mu\text{m}$ 、導電ボール直径が $140\mu\text{m}$ の導電ボールを使用するため、第1のマスクシート厚 t_1 は $80\mu\text{m}$ 、第2のマスクシート厚 t_2 は $100\mu\text{m}$ とした。また、前述の位置決めピン29の高さは、この第1、第2のマスクシート厚の合計より低いことが、導電ボールの配置の際好ましいことから、 $150\mu\text{m}$ と設定している。

【0463】導電ボール6のCu電極28上への配置は、図26(a)に示すように、第2のマスクシート12上の1端に導電ボール6を多数配置し、ブレード24を用いて掃引することにより、それぞれの開口部13に導電ボール6を落とし込むことで行う。

【0464】この時、2枚のマスクシートのシート厚により、配置された導電ボール6が傷ついたり、配置後めけたりすることが防止される。また、配置された導電ボール上に乗った導電ボールは、マスクシートの断差が導電ボールの重心より低いため、容易に排出できる。

【0465】そして、導電ボール6が各Cu電極28上に配置された後、第2のマスクシート12のみを取りはずす。取りはずした後に、フラックスを塗布しておく。

【0466】次に、図26(b)に示すように、半導体パッケージ23のCu電極20と、マザー基板27のCu電極28とが対向する様に位置決めを行い配置する。そして、図26(c)に示すように、導電ボール6の導電被覆層5であるPb-Sn-Ag(36wt%-62wt%-2wt%)が溶融する温度以上($180\sim 250^\circ\text{C}$)に加熱し、更に、Cu電極28、20の間隔がコア4の約直径となる様に加圧して接続する。

【0467】その際、第1のマスクシート厚 t_1 がコア直径よりも薄くしてあるため、加圧時の導電ボールの変形を防げることはない。接続後、第1のマスクシート11を水平に引っ張ることにより、半導体パッケージ23とマザー基板27との間から除去し、フラックスの洗浄を行い、図26(d)に示すように電気回路部品を得る。

【0468】尚、第1のマスクシート11に、図24に示されたスリットやノッチを設けておけば、第1のマスクシート11の除去がより容易となる。

【0469】この第17の実施形態によれば、マスクシート11を用いて、導電ボール6を配置し、一括して接続することにより、導電ボール6の配置が容易となり、さらに接続時の導電ボール6の位置ずれを防ぎ、高密度な接続が可能となる効果が達成されることになる。更

に、位置決めピン29を用いることにより、マスクシート11、12の配置時の位置合せが容易となる効果が併せて達成されることになる。

【0470】また、図27に示す様に位置決めピン29を、半導体パッケージ23を配置する部分に設け、半導体パッケージ23のパッケージ基板19に位置決め穴36を設けておくことにより、半導体パッケージ23の配置時の位置合せが容易となる効果が更に達成されることになる。

【0471】(第18の実施形態)図28(a)乃至図28(c)は、この発明に係わる電気回路部品の第18の実施形態における製造方法を模式的に示す断面図である。

【0472】この第18の実施形態においては、保持シート16に保持された導電ボール6を用いて、半導体パッケージ23のCu電極20とマザー基板27のCu電極28とを接続する。各構成要素は第14の実施形態に用いたものを同様に使用する。更に、この第18の実施形態においては、マザー基板27に位置決めピン29、保持シート16に位置決め穴35、パッケージ基板19に位置決め穴35を設けておく。

【0473】まず、保持シート16の位置決め穴35にマザー基板27の位置決めピン29が入る様に保持シート16を位置調整し、皿に、半導体パッケージ23の位置決め穴36に、保持シート16の位置決め穴を貫通した位置決めピン29が入る様に位置調整して配置する。

【0474】ここで、図28(a)に示すように、Cu電極28と位置決めピン29、導電ボール6と位置決め穴35、Cu電極20と位置決め穴36とはそれぞれ位置関係をあらかじめ決めておくため、位置決めピンに挿入して配置した後は、Cu電極28、20間に導電ボールが介在している事になる。尚、フラックスは、保持シート16の両面に塗布しておいても良いし、パッケージ基板19とマザー基板27の表面に塗布しておいても良い。

【0475】次に、図28(b)に示すように、 $183\sim 250^\circ\text{C}$ に加熱し、更に、Cu電極20、28の間隔がコア4の約直径となる様に加圧して、導電ボール6と各Cu電極20、28を一括して接続する。接続後、保持シート16を水平方向に引っ張り、保持シート16を除去する。そして、フラックス洗浄を行い、図28(c)に示すように、電気回路部品を得る。

【0476】この第18の実施形態によれば、導電ボール6を密着保持する保持シート16を用いて配置、接続を行うため、より高密度な接続を行うことが可能となる効果が達成されることになる。

【0477】さらに、保持シート16に図24に示される様なスリット、ノッチを設けておけば、保持シート16の除去はより容易となる。

【0478】尚、本発明はその趣旨を逸脱しない範囲

で、上記実施形態を修正又は変形したものに適用可能である。

【0479】

【発明の効果】以上説明した様に、この出願に係る第1の発明によれば、2つの大きな効果がある。

【0480】即ち、第1の効果は、接続部材である導電ボールのコアに剛性の高い材料を使用した為、所望以上の荷重をかけても、コアが変形しにくく、ストッパーとして働くために、電気回路素子と電気回路基板とが、高い平行度保って接続される事である。従って、加圧分布が均一となり、信頼性の高い安定した接続が得られる。更に、電気回路素子を光電変換素子にした場合、高い平行度を有して接続されているため、光学特性が向上し、その効果がさらに顕著となる。

【0481】第2の効果は、電気回路素子及び電気回路基板の電極部に特殊な膜処理を施さなくても、導電被覆層の硬い粒子で、電極膜表面の酸化膜及び汚染皮膜を破壊し、金属化及び合金化による高密度、高接続強度の接続が可能となり、信頼性の高い安定した接続が得られる事である。従って、従来用いられてきたワイヤーボンディング方法、CCB方法、TAB方法、樹脂ボール方法、異方性導電シート方法を置き換えた接続方法を持つ電気回路部品を製造することが可能となる。

【0482】また、この出願に係る第1の発明によれば、前述の効果に加えて更に、次の効果がある。

【0483】即ち、導電ボールを保持シートに保持することにより、この保持状態で、導電ボールは電極に配置され、接続されるため、導電ボールの位置ズレを生じない事である。従って、より高精度・高密度な接続が可能となる。

【0484】更に、樹脂により電気回路を封止する場合には、保持シートが電極間の間に存在することにより、電気回路素子を封止する封止樹脂体積を低減させるとともに、導電ボールは、保持シートに中心部を埋設保持されているため封止樹脂と接続する面積が小さいため、硬化収縮時に導電ボールにかかる応力値を地衣作詞、高い接続信頼を得ることができる効果も達成される。

【0485】また、封止樹脂体積が低減されることにより、封止樹脂内にある率で含まれる気泡の量(数)を少なくすることが可能となる。そのため、封止樹脂の吸湿を低減し、信頼性の高い電気回路部品を得ることができる。また、この出願に係る第1の発明によれば、前述の第1、第2の効果に加えて更に、次の効果がある。

【0486】即ち、接続後導電ボールを保持する保持シートを除去することにより、より小型の電気回路部品を得ることができる。また、この出願に係る第1の発明によれば、前述の第1の効果に加えて更に、次の効果がある。

【0487】即ち、電気回路素子あるいは、電気回路基板のいずれか一方の電極に仮接続を行うことにより、接

続途中での検査が可能となり、歩留りの高い電気回路部品を製造することが可能となる。また、この出願に係る第1の発明によれば、前述の第1、第4の効果に加えて更に次の効果がある。

【0488】即ち、導電ボールを保持する保持シートを用いて、いずれか一方の電極に導電ボールを配置し、仮接続を行うため、高密度な接続が可能となる。更に、仮接続後、保持シートを除去して、本接続を行うため、小型の電気回路部品を得ることが可能となる。

【0489】更に、この出願に係る第2の発明によれば、以下の4つの効果がある。

【0490】(1)第1のの効果としては、接続部材である導電ボールのコアに剛性の高い材料を使用したため、所望以上の荷重をかけてもコアが変形しにくく、ストッパーとして働くために電気回路素子と電気回路基板とが高い平行度を保て接続される。従って、導電被覆層が溶融し、溶融量や加熱温度の不均一が存在しても、接続部の浮きによる未接合や、つぶれすぎによる隣接電極間の短絡を発生させず均一な接続を得ることができ、信頼性の高い接続が得られる。

【0491】更に、電気回路素子を光電変換素子にした場合、高い平行度を有して接続されているため、光学特性が向上し、その効果がさらに顕著となる。

【0492】(2)第2のの効果としては、導電被覆層として半田材を使用したことにより、従来、電気回路基板上に半田材を用いて接続されていた受動部品(チップ部品)と電気回路素子とを、同時に接続することが可能となり、製造工程の短縮が図られるだけでなく、半田量が高精度に制御され、加圧が行えるため、高密度の接続であっても、容易な制御で信頼性の高い安定した接続を得ることができる。

【0493】(3)第3のの効果としては、接続材が加熱により溶融することにより、電気回路素子のリペアーが可能である。しかも、接続材である導電ボールは、加圧が可能であるため、再接合時に電極上に残った半田のばらつきがあっても安定した接続が可能である。

【0494】(4)第4のの効果としては、電気回路素子あるいは、電気回路基板のいずれか一方の電極に先に導電ボールを接続することにより、接続途中での検査が可能となり、歩留まりの高い電気回路部品を製造することが可能となる。従って、従来用いられてきたワイヤーボンディング方法、CCB方法、TAB方法、樹脂ボール方法、異方性導電シート方法を置き換えた接続方法をもつ電気回路部品を製造することが可能となる。

【0495】また、この出願に係る第2の発明によれば、更に次の効果がある。

【0496】即ち、導電ボールを保持するシートを用いるため、導電ボールの配置が容易となり、作業時間の短縮が図られる。さらに、導電ボールを密着して保持しているため、高密度な接続が可能となり、電気回路部品の

小型化が図られる。また、この出願に係る第2の発明によれば、更に次の効果がある。即ち、導電ボールを保持する保持シートを用いて接続を行うため、導電被覆層が溶融した時、導電ボールのコアの流れを防ぎ、高密度の接続が可能となる。

【0497】また、この出願に係る第2の発明によれば、上述の効果(1)乃至(3)の他に、更に、次の効果がある。即ち、電気回路素子と電気回路基板を一括で接続するため、工程の短縮によりコストダウンが可能となる。また、この出願に係る第2の発明によれば、更に次の効果がある。

【0498】即ち、マスクシートを用いて導電ボールを一括して電極上に配置し、その位置で保持できるように、接続時の導電ボールの位置ずれ防止による電極の高密度化や作業性の向上が図られる。そのため、電気回路部品の小型化、ローコスト化が図られる。

【0499】また、この出願に係る第2の発明によれば、導電ボールが保持シートに密着保持されているため、前述の第5の発明よりさらに導電ボールを高密度に配置し接続することが、可能となり、電気回路部品の一層の小型化が図られる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施形態に係る電気回路部品の構成及び製造方法を模式的に示す断面図である。

【図2】この発明の第1の実施形態に係る電気回路部品に用いられる導電ボールを取り出して模式的に示す断面図である。

【図3】図2に示す導電ボールの製造方法を模式的に示す断面図である。

【図4】この発明の第2の実施形態に係る電気回路部品の構成及び製造方法を模式的に示す断面図である。

【図5】この発明の第2の実施形態に係る電気回路部品の製造に用いられる保持シートの製造方法の一例を模式的に示す断面図である。

【図6】この発明の第2の実施形態に係る電気回路部品の製造に用いられる保持シートの製造方法の他の例を模式的に示す断面図である。

【図7】この発明の第3の実施形態に係る電気回路部品の製造方法を模式的に示す断面図である。

【図8】この発明の第3の実施形態に係る電気回路部品に用いられる保持シートを示す斜視図である。

【図9】この発明の第4の実施形態に係る電気回路部品の製造方法を模式的に示す断面図である。

【図10】この発明の第5の実施形態に係る電気回路部品の製造方法を模式的に示す断面図である。

【図11】この発明の第6の実施形態に係る電気回路部品の製造方法を模式的に示す断面図である。

【図12】この発明の第6の実施形態に係る電気回路部品の製造方法を模式的に示す断面図である。

【図13】この発明の第7の実施形態に係る電気回路部

品の製造方法を模式的に示す断面図である。

【図14】この発明の第8の実施形態に係る電気回路部品の製造方法を模式的に示す断面図である。

【図15】この発明の第9の実施形態に係る電気回路部品の製造方法を模式的に示す断面図である。

【図16】この発明の第10の実施形態に係る電気回路部品の構成及び製造方法を模式的に示す断面図である。

【図17】この発明の第10の実施形態に係る電気回路部品に用いられる導電ボールを取り出して模式的に示す断面図である。

【図18】この発明の第11の実施形態に係る電気回路部品の製造方法を模式的に示す断面図である。

【図19】この発明の第12の実施形態に係る電気回路部品の製造方法を模式的に示す断面図である。

【図20】この発明の第13の実施形態に係る電気回路部品の製造方法を模式的に示す断面図である。

【図21】この発明の第14の実施形態に係る電気回路部品の製造方法を模式的に示す断面図である。

【図22】この発明の第14の実施形態に係る電気回路部品に用いられる保持シートの製造方法の他の例を模式的に示す断面図である。

【図23】この発明の第15の実施形態に係る電気回路部品の製造方法を模式的に示す断面図である。

【図24】この発明の第15の実施形態に係る保持シートを示す斜視図である。

【図25】この発明の第16の実施形態に係る、電気回路部品の製造方法を模式的に示す断面図である。

【図26】この発明の第17の実施形態に係る電気回路部品の製造方法を模式的に示す断面図である。

【図27】この発明の第17の実施形態に係る電気回路部品を模式的に示す断面図である。

【図28】この発明の第18の実施形態に係る電気回路部品の製造方法を模式的に示す断面図である。

【図29】従来例のワイヤボンディング方法を説明する模式的断面図である。

【図30】従来例のCCB方法を説明する模式的断面図である。

【図31】従来例のCCB方法を説明する模式的断面図である。

【図32】従来例のTAB方法を説明する模式的断面図である。

【図33】従来例の金バンプによるフェイスダウン接続を説明する模式的断面図である。

【図34】従来例の樹脂ボール方法を説明する模式的断面図である。

【図35】従来例の異方性導電シート方法を説明する模式的断面図である。

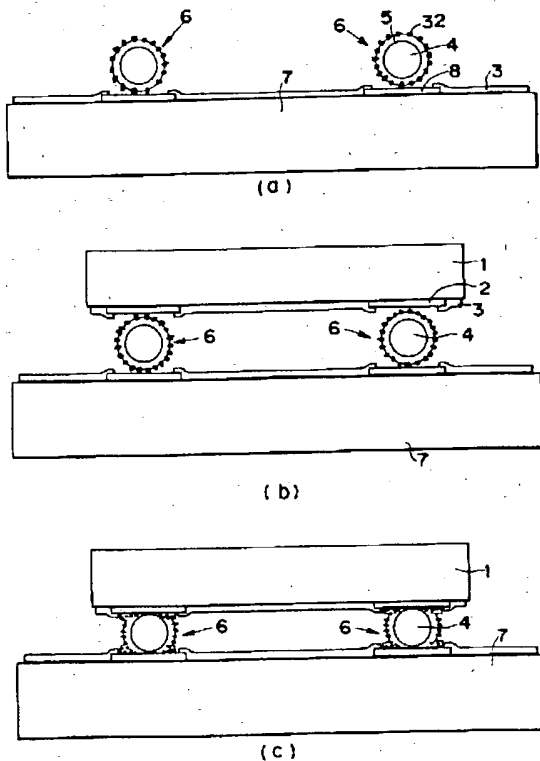
【図36】従来例の異方性導電シート方法を説明する模式的断面図である。

【符号の説明】

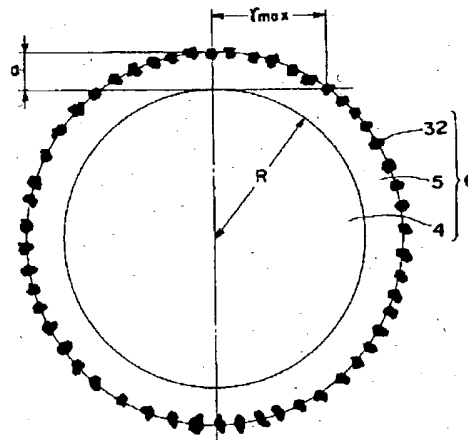
- 1 半導体チップ
- 2 電極部
- 21 アルミ電極
- 22 銅電極
- 3 絶縁保護膜
- 4 コア
- 41 核
- 42 密着層
- 5 導電被覆層
- 6 導電ボール
- 7 基板
- 8 電極
- 9 絶縁保護膜
- 10 マスクシート
- 11 第1のマスクシート
- 12 第2のマスクシート
- 13 開口部
- 14 スリット
- 15 ノッチ
- 16 保持シート

- 17 型
- 18 凹部
- 19 パッケージ基板
- 20 電極
- 21 フラックス
- 23 半導体パッケージ
- 24 ブレード
- 25 凹部
- 26 型
- 27 マザー基板
- 28 電極
- 29 位置決めピン
- 30 谷部（コア表面）
- 31 凸部（コア表面）
- 32 粒子
- 33 プレート
- 34 加圧プレート
- 35 位置決め穴
- 36 位置決め穴

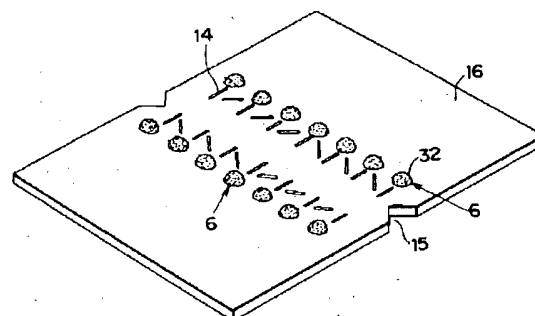
【図1】



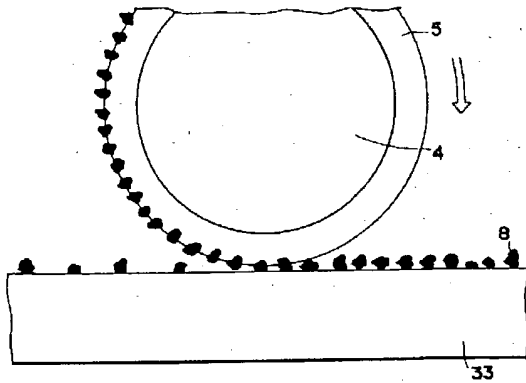
【図2】



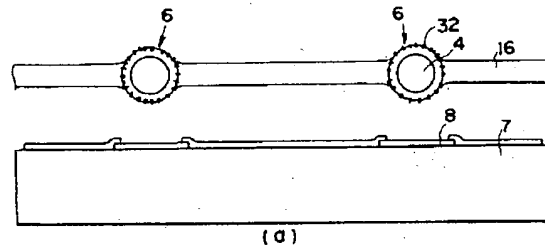
【図8】



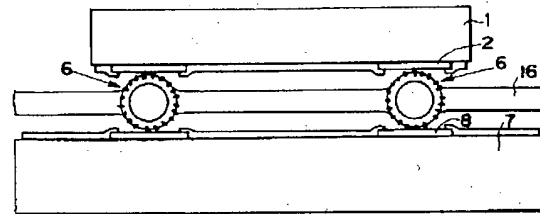
【図3】



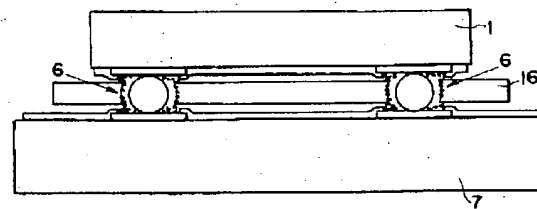
【図4】



(a)

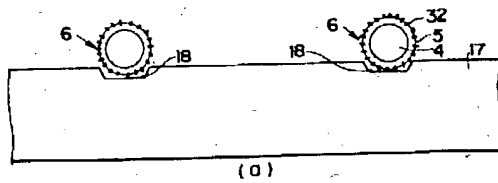


(b)

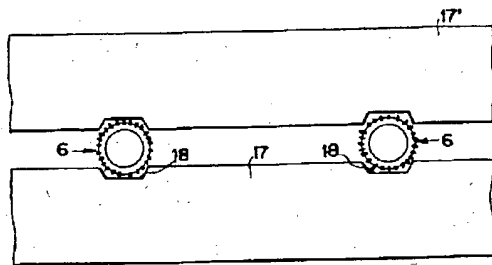


(c)

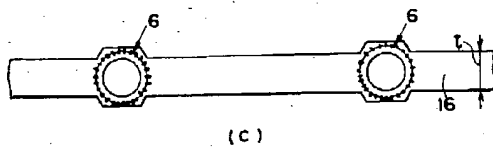
【図5】



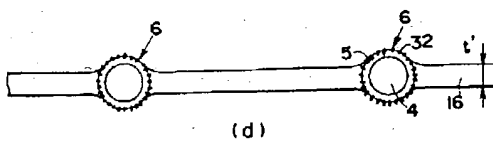
(a)



(b)

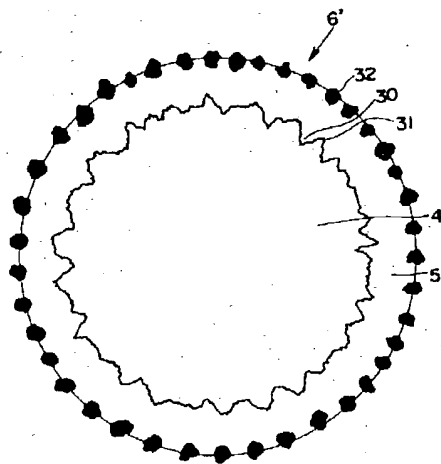


(c)

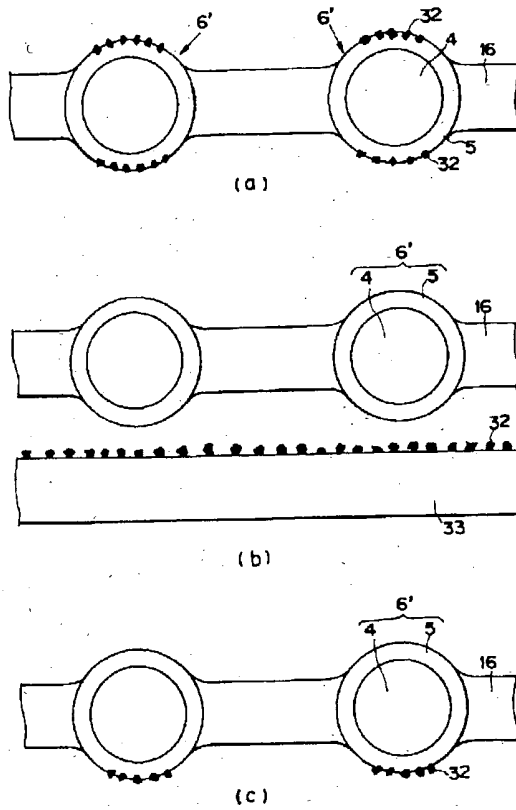


(d)

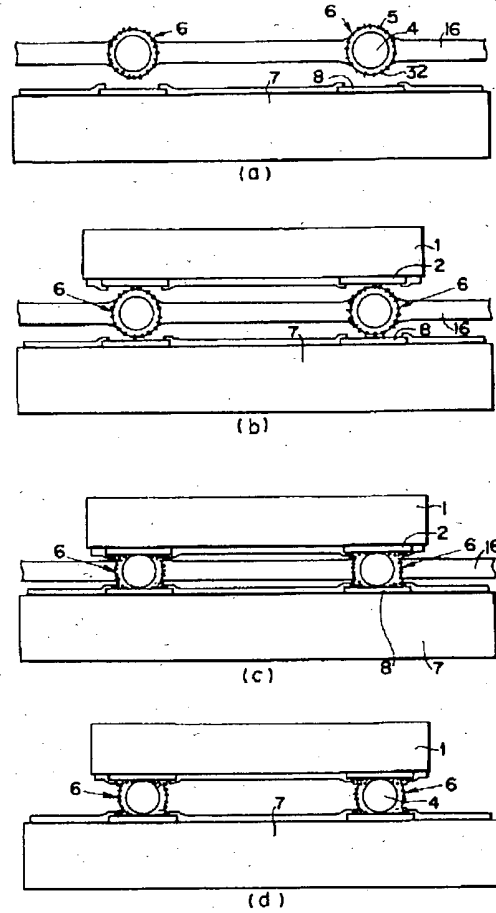
【図13】



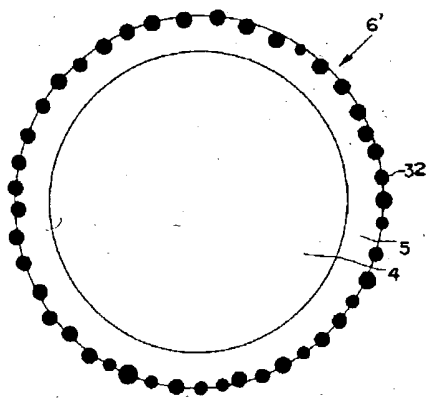
【図6】



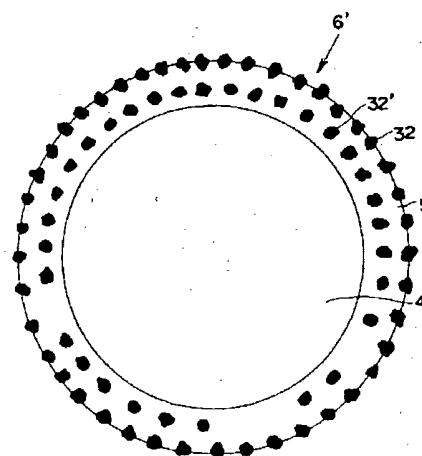
【図7】



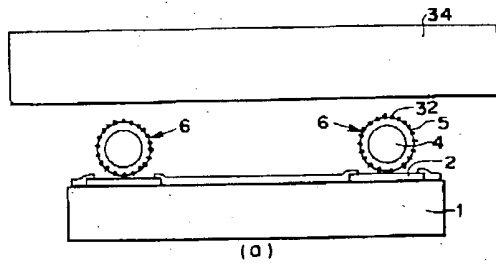
【図14】



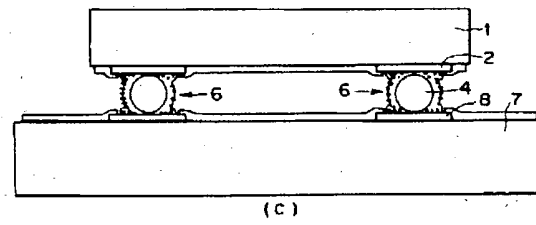
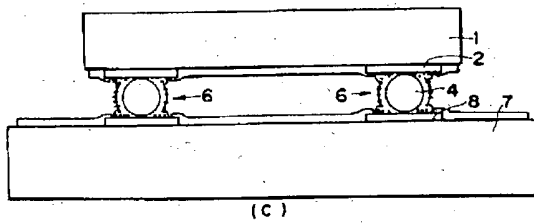
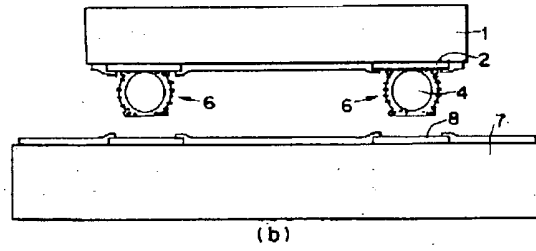
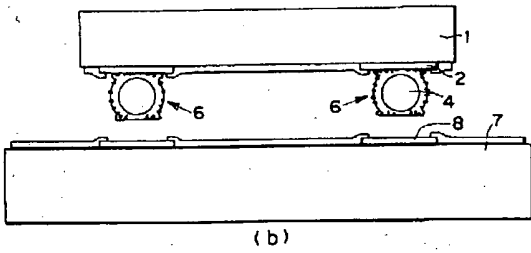
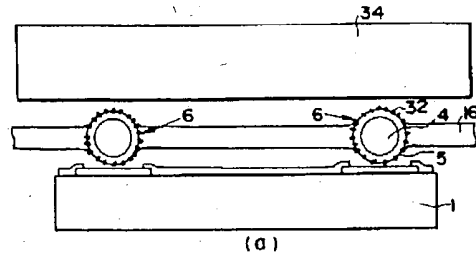
【図15】



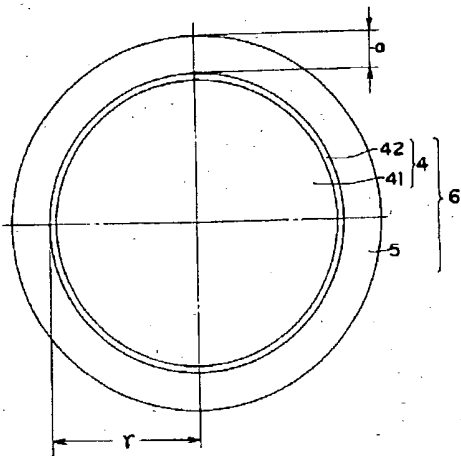
【図9】



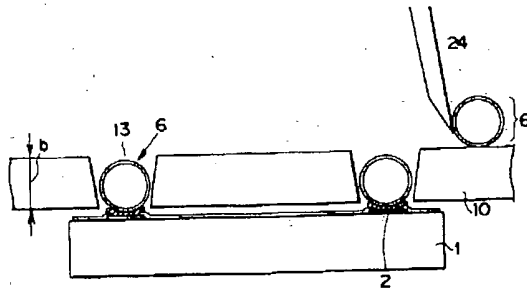
【図10】



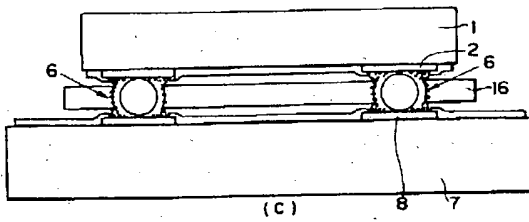
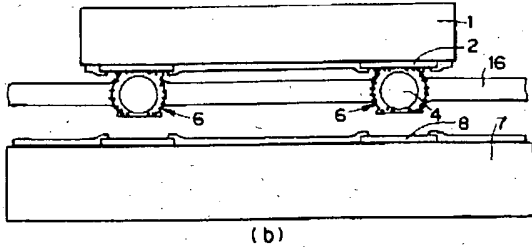
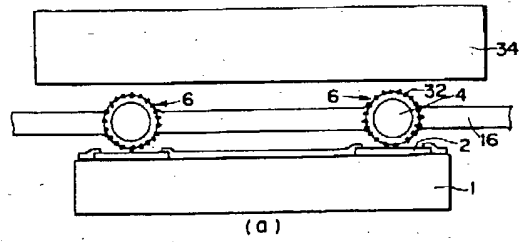
【図17】



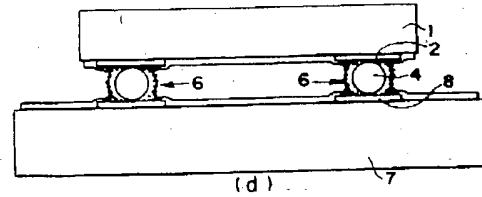
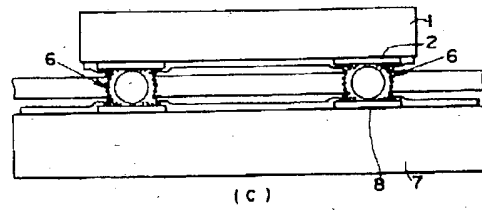
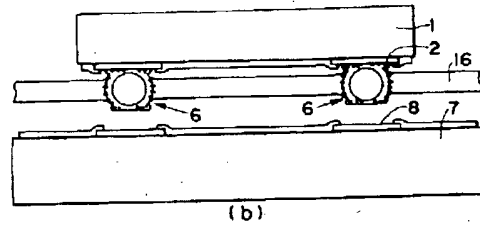
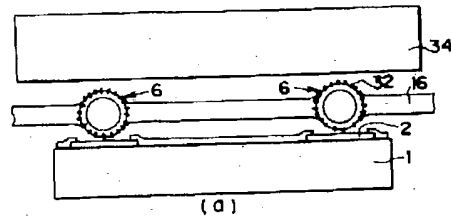
【図18】



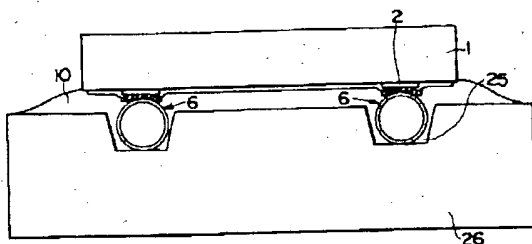
【図11】



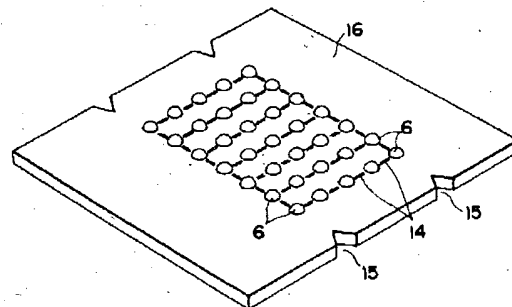
【図12】



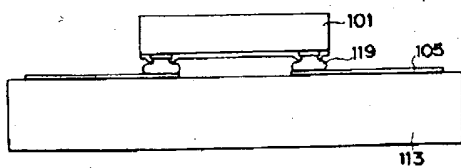
【図19】



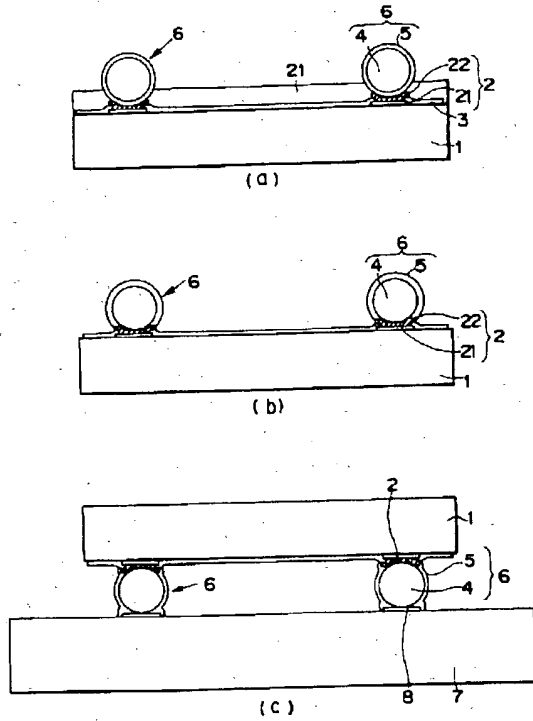
【図24】



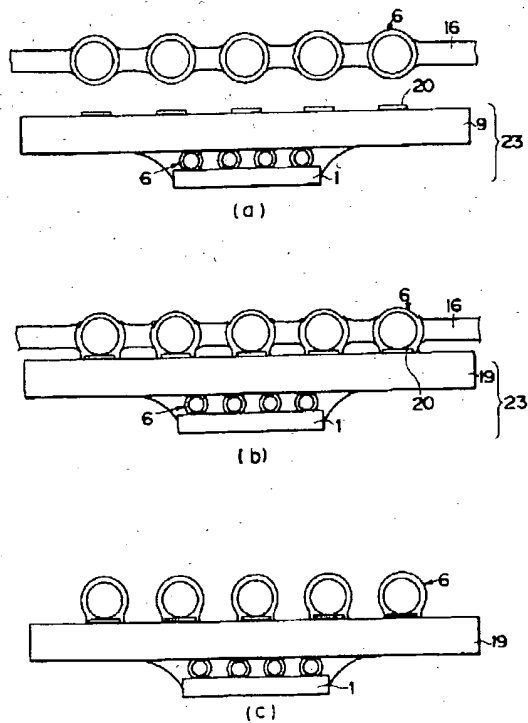
【図33】



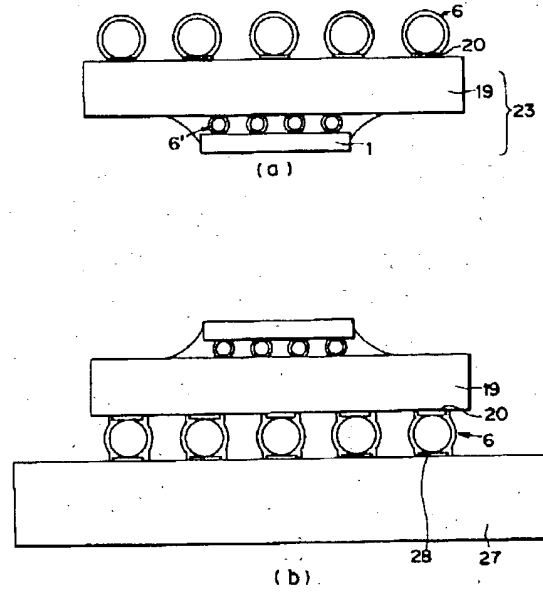
【図16】



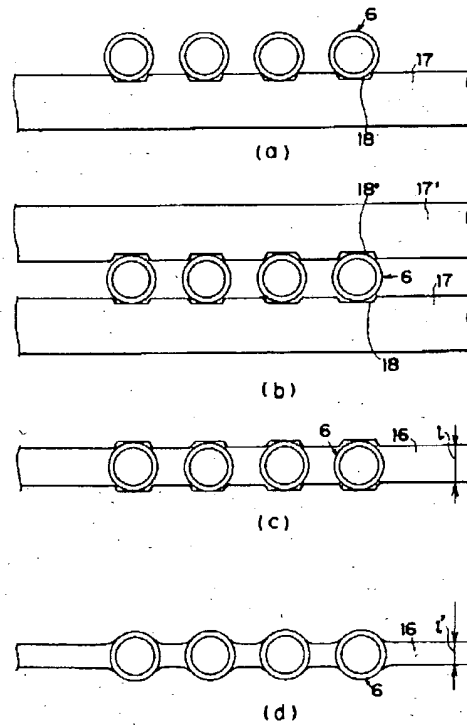
【図21】



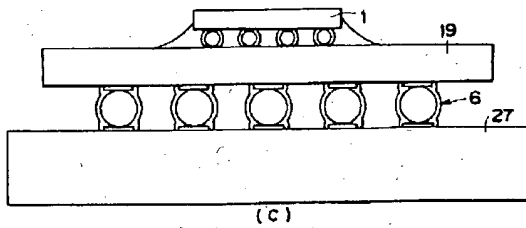
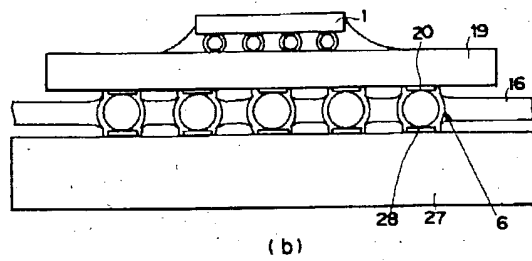
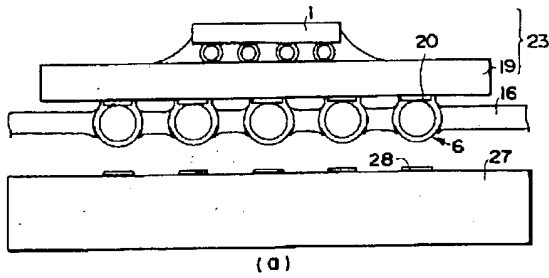
【図20】



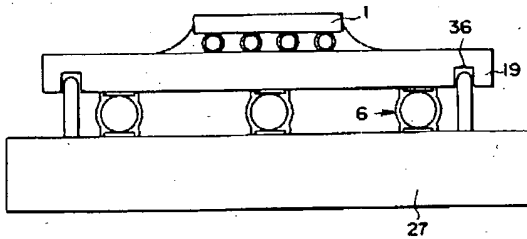
【図22】



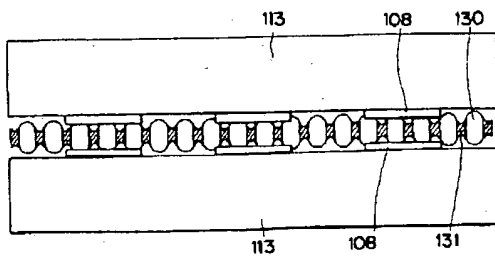
【図23】



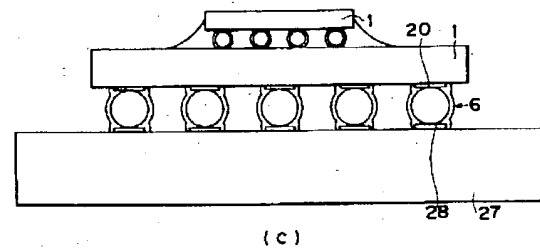
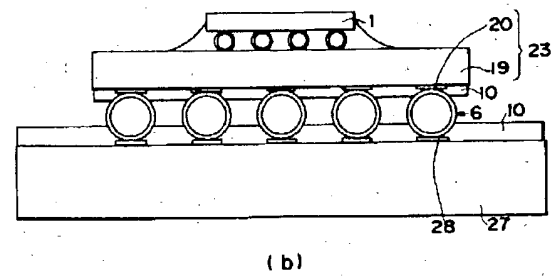
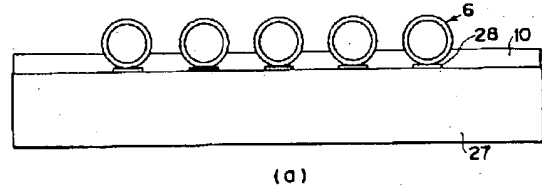
【図27】



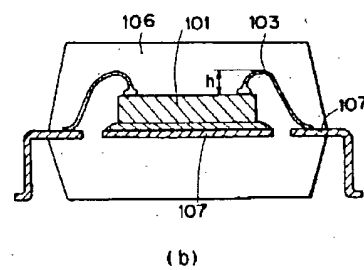
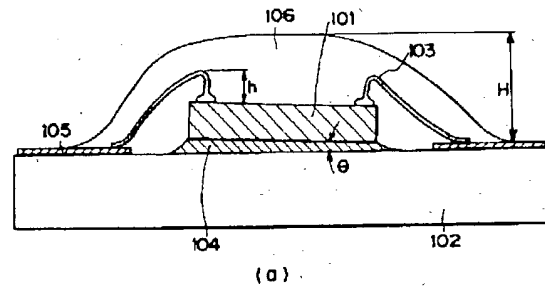
【図36】



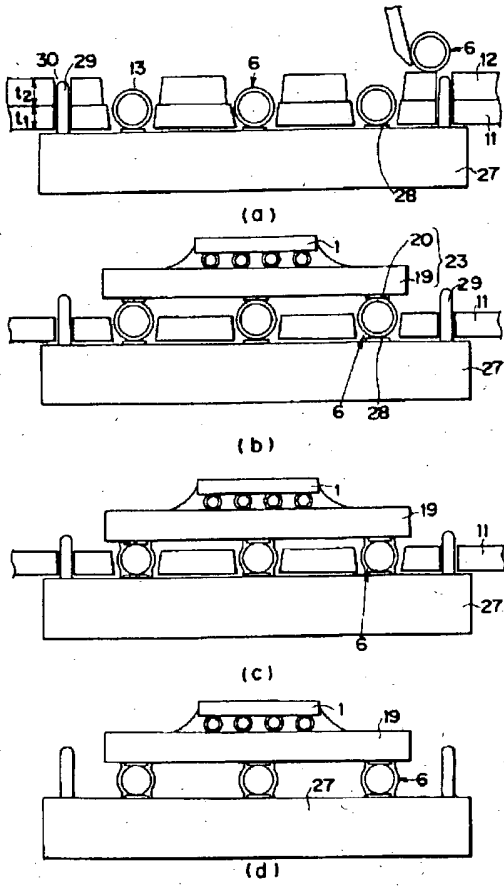
【図25】



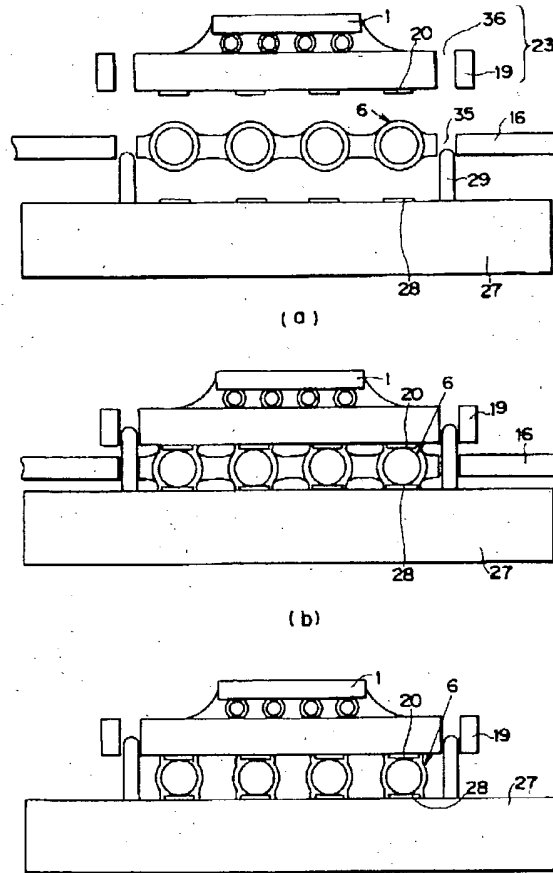
【図29】



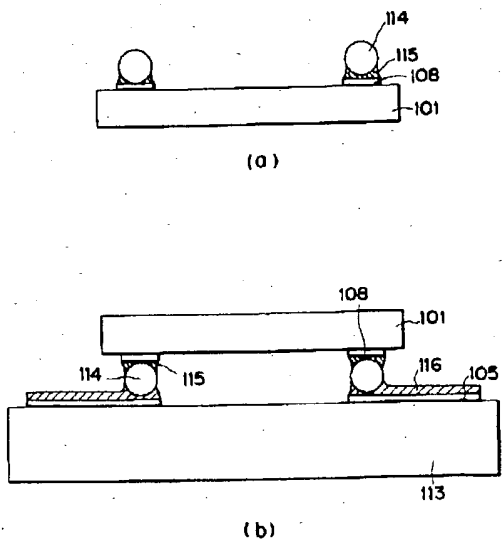
【図26】



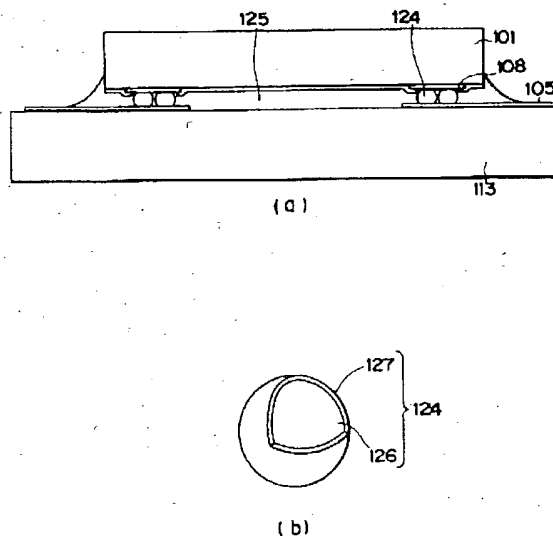
【図28】



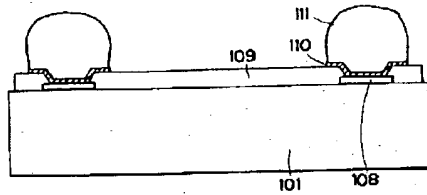
【図31】



【図34】

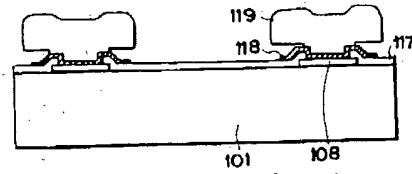


【図30】

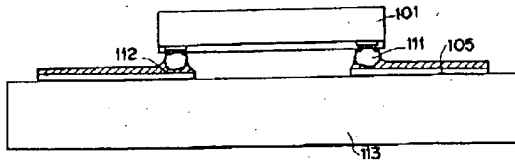


(a)

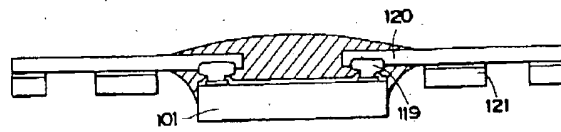
【図32】



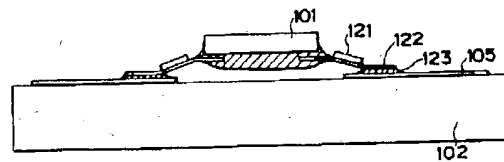
(a)



(b)

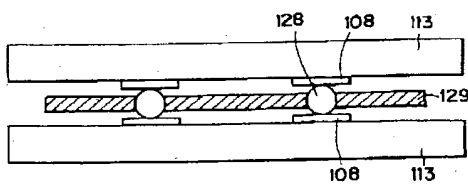


(b)

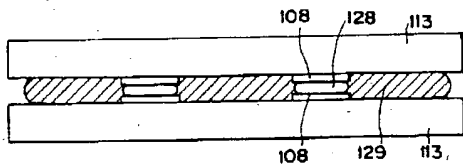


(c)

【図35】



(a)



(b)